

**MODEL LOG LINEAR UNTUK
TABEL KONTINGENSI TAK SEMPURNA BERDIMENSI TIGA**

(Studi Kasus Jumlah Penduduk Kabupaten Sleman Tahun 2008
Menurut Umur, Pendidikan dan Jenis Kelamin)

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains

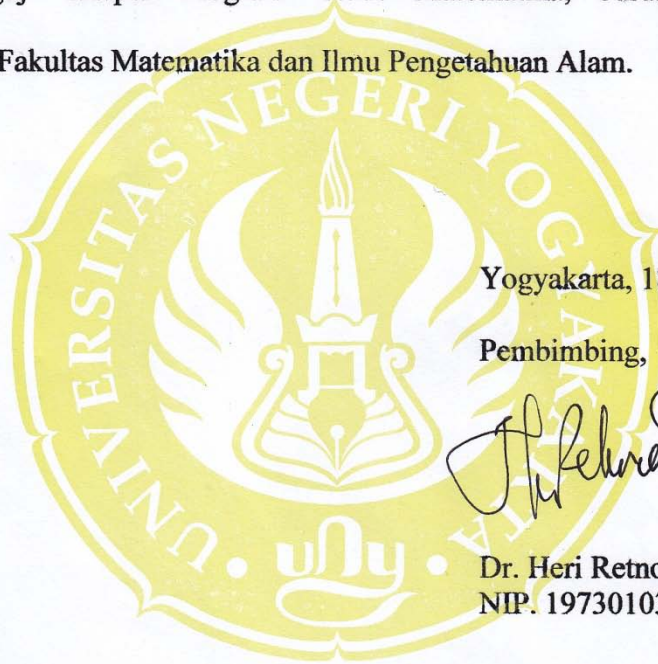


Oleh
GALIH SITARESMI HAPSARI
NIM. 06305141024

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2011**

PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul **“MODEL LOG LINEAR UNTUK TABEL KONTINGENSI TAK SEMPURNA BERDIMENSI TIGA** (Studi Kasus Jumlah Penduduk Kabupaten Sleman Tahun 2008 Menurut Umur, Pendidikan dan Jenis Kelamin)” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk dipertahankan di depan dewan penguji skripsi Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.



Yogyakarta, 18 Januari 2011

Pembimbing,

Dr. Heri Retnowati.
NIP. 197301032000032001

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul **“MODEL LOG LINEAR UNTUK TABEL KONTINGENSI TAK SEMPURNA BERDIMENSI TIGA** (Studi Kasus Jumlah Penduduk Kabupaten Sleman Tahun 2008 Menurut Umur, Pendidikan dan Jenis Kelamin)” ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 1 Februari 2011 dan dinyatakan telah memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Heri Retnowati	Ketua Penguji		25 Maret 2011
Endang Listyani, M.S	Sekretaris Penguji		23 Maret 2011
Dr. Dhoriva UW	Penguji Utama		21 Maret 2011
Dr. Djamilah BW	Anggota Penguji		22/3 - 2011

Yogyakarta, Maret 2011
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,


Dr. Ariswan

NIP. 195909141988031003

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Galih Sitaresmi Hapsari

NIM : 06305141024

Prodi/ Jurusan : Matematika/ Pendidikan Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul TAS : Model Log Linear Untuk Tabel Kontingensi Tak Sempurna
Berdimensi Tiga (Studi Kasus Jumlah Penduduk Kabupaten
Sleman Tahun 2008 Menurut Umur, Pendidikan dan Jenis
Kelamin)

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian studi di Perguruan Tinggi lain kecuali pada bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan.

Apabila ternyata terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan saya sanggup menerima sanksi.

Yogyakarta, Februari 2011

Yang menyatakan,



Galih Sitaresmi Hapsari
NIM. 06305141024

MOTTO & PERSEMBAHAN

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan),
Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain),
Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”.

(Q.S. Alam Nasyrah: 6-8)

Pahlawan bukanlah orang yang berani menetakkan pedangnya
ke pundak lawan, tetapi pahlawan sebenarnya ialah
orang yang sanggup menguasai dirinya dikala ia marah.

(Nabi Muhammad SAW)

Kebanyakan dari kita tidak mensyukuri apa yang sudah kita miliki,
tetapi kita selalu menyesali apa yang belum kita capai.

(Schopenhauer)

Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal,
Tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh.

(Confusius)

Sukses adalah sebuah perjalanan, bukan tujuan akhir.

(Ben Sweetland)

Alhamdulillah

Skripsi ini aku persembahkan untuk:

Keluargaku tercinta... bapak, ibu dan kakak2ku, Sahabat-sahabatku...

*yang selalu membantu, mengingatkanku, serta memberikan banyak inspirasi
dan semangat bagiku.*

*Dan semua orang yang telah memberikan warna dalam hidupku, terimakasih
atas ilmu, nasehat serta pengalaman yang diberikan.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Model Log Linear Untuk Tabel Kontingensi Tak Sempurna Berdimensi Tiga (Studi Kasus Jumlah Penduduk Kabupaten Sleman Tahun 2008 Menurut Umur, Pendidikan dan Jenis Kelamin)” ini guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ariswan, sebagai Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan penulis dalam menyelesaikan studi.
2. Bapak Dr. Hartono, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan kemudahan pengurusan administrasi selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Atmini Dhoruri, MS, selaku Ketua Program Studi Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan dukungan untuk kelancaran studi.
4. Ibu Dr. Heri Retnowati, selaku pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan, saran, bantuan serta masukan selama penyusunan skripsi ini.

5. Seluruh dosen Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
6. Teman-teman Matematika Subsidi 2006, untuk semua kritik dan pendapatnya kepada penulis.
7. Semua pihak yang telah membantu sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, Februari 2011

Penulis

Galih Sitaresmi Hapsari
06305141024

MODEL LOG LINEAR UNTUK TABEL KONTINGENSI TAK SEMPUrna BERDIMENSI TIGA

(Studi Kasus Jumlah Penduduk Kabupaten Sleman
Tahun 2008 Menurut Umur, Pendidikan dan Jenis Kelamin)

Oleh:

Galih Sitaresmi Hapsari
06305141024

ABSTRAK

Model Log Linear merupakan suatu model khusus yang dipergunakan untuk melakukan analisis data kategorik berskala nominal. Model log linear pada dasarnya merupakan model linier univariat yang dipergunakan untuk melakukan analisis varians dengan variabel bebas atau respons adalah logaritma dari frekuensi yang diharapkan dalam tiap-tiap sel tabel silang yang diperhatikan. Tabel silang (tabel kontingensi) biasanya berbentuk sempurna, tetapi ada juga yang berbentuk tak sempurna. Disebut tabel kontingensi tak sempurna karena tabel tersebut mempunyai sebuah sel kosong atau lebih. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mendeskripsikan analisis model Log Linear untuk tabel kontingensi tak sempurna berdimensi tiga, serta penerapannya pada data jumlah penduduk Kabupaten Sleman tahun 2008 menurut umur, pendidikan dan jenis kelamin.

Analisis data menggunakan model Log Linear terlebih dahulu harus membentuk beberapa model yang terkait. Setelah pembentukan model maka selanjutnya tiap-tiap model dihitung statistik cukup minimal dan estimasi persamaan *Likelihood*nya. Apabila estimasi frekuensi harapan sudah dihitung maka langkah selanjutnya menghitung statistik rasio *Likelihood* dan statistik *Pearson*. Kedua nilai statistik tersebut berguna untuk uji independensi dan uji homogenitas. Selanjutnya pemilihan model yang memenuhi dengan kriteria apabila ada dua model atau lebih mempunyai derajat bebas yang sama maka dipilih model yang mempunyai nilai statistik rasio *Likelihood* yang paling kecil, kemudian dilakukan partisi *chi square* dengan cara mengurangi nilai statistik rasio *Likelihood* model pertama dan kedua sampai model terakhir secara analog, begitu juga dengan derajat bebasnya. Model terbaik dipilih yang mempunyai nilai statistik rasio *Likelihood* yang paling kecil.

Hasil analisis data menggunakan data jumlah penduduk Kabupaten Sleman tahun 2008 menurut umur, pendidikan dan jenis kelamin diperoleh bahwa model terbaik yaitu model (AB,C). Variabel A merupakan faktor umur, variabel B merupakan faktor pendidikan dan variabel C merupakan faktor jenis kelamin. Model (AB,C) dikatakan model terbaik karena model tersebut mempunyai nilai statistik rasio *Likelihood* yang paling kecil. Hal ini berarti faktor umur dan pendidikan saling berhubungan terhadap jumlah penduduk Kabupaten Sleman.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penulisan	3
D. Manfaat Penulisan	4

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Data	5
B. Variabel Kategorik	8
C. Distribusi Poisson	9
D. Model Pengambilan Sampel	10

E. Tabel Kontingensi	11
F. Model Log Linear	20
BAB III PEMBAHASAN	
A. Analisis Model Log Linear	26
B. Penerapan Model Log Linear	35
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	49
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Hlm.
1 Kontingensi I x J	12
2 Probabilitas 2 Dimensi.....	12
3 Kontingensi 2 x 2	16
4 Statistik Cukup Minimal.....	29
5 Derajat bebas.....	33
6 Data Jumlah Penduduk.....	36
7 Statistik Cukup Minimal.....	38
8 Estimasi Persamaan <i>Likelihood</i>	39
9 Estimasi Frekuensi Harapan.....	40
10 Statistik Rasio <i>Likelihood</i> dan <i>Pearson</i>	44
11 Pemilihan Model.....	44
12 Partisi <i>chi square</i>	45
13 Analisis Residual.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hlm.
1	
Scatterplot Nilai Estimasi Frekuensi Harapan vs Nilai	
Residual	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lamp		Hlm.
1	Data Jumlah Penduduk Kabupaten Sleman Tahun 2008.....	53
2	Tabel-tabel Pinggir Data.....	54
3	Model-model Log Linear untuk Tabel Kontingensi 3 Dimensi..	55
4	Syntaks Program	56
5	Output Program	59
6	Tabel <i>chi square</i> / χ^2	78

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dalam kehidupan sehari-hari, sering dijumpai data yang dikelompokkan ke dalam suatu kategori tertentu. Misalkan saja di bidang kesehatan, pendidikan, ekonomi dan lain-lain. Bidang-bidang tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam kategori rendah, sedang, tinggi dan sebagainya. Data yang memuat beberapa kategori ini disebut data kategorik. Data kategorik merupakan data suatu pengamatan yang mengandung variabel-variabel yang berkategori sekaligus merupakan data yang berupa frekuensi pengamatan. Data kategorik lebih mudah dianalisis jika data tersebut disajikan dalam bentuk tabel kontingensi.

Tabel kontingensi merupakan suatu tabel yang memperlihatkan tingkat dari masing-masing variabel kategorik berdasarkan frekuensi pengamatannya. Variabel kategorik merupakan variabel diskrit yang skala pengukurannya terdiri dari kumpulan kategori.

Data yang akan dianalisis dalam skripsi ini berbentuk data kategorik, sehingga metode yang digunakan yaitu pendekatan Model Log Linear. Model Log Linear merupakan salah satu cara menganalisis data kategorik jika variabel yang diperhatikan dalam suatu data kategorik tersebut berbentuk variabel kategorik. Analisis Log Linear dapat digunakan untuk menganalisis pola hubungan antar sekelompok variabel kategori yang mencakup asosiasi dua variabel, asosiasi tiga variabel atau lebih. Pola hubungan antar variabel dapat dilihat dari interaksi antar variabel itu sendiri.

Analisis Log Linear tidak membedakan antara variabel penjelas dan variabel respons.

Tabel kontingensi dan Model Log Linear dapat diterapkan pada kasus-kasus data kualitatif. Dengan tabel kontingensi dapat diketahui hubungan antar variabel berskala kualitatif dan dengan analisis Log Linear dapat diketahui pengaruh dari setiap kategori suatu variabel terhadap variabel lainnya. Dengan pendekatan Log Linear, diperhatikan penjumlahan sel pada sebuah tabel kontingensi dalam bentuk gabungan diantara variabel-variabel tersebut. Oleh karena itu, diperlukan uji-uji untuk mengetahui kekuatan dari hubungan antar variabel itu.

Tabel kontingensi pada umumnya berbentuk tabel sempurna, namun ada juga tabel kontingensi yang tidak sempurna. Suatu tabel dikatakan tabel tak sempurna, jika dan hanya jika tabel tersebut mempunyai sebuah sel kosong atau lebih untuk populasi yang ditinjau. Misalnya data jumlah penduduk menurut umur, pendidikan dan jenis kelamin, dalam kategori tertentu ada sel yang kosong dikarenakan tidak ada yang memenuhi kategori tersebut. Sebagai contoh kelompok umur anak-anak dalam kategori pendidikan tinggi, selnya akan kosong karena tidak ada kelompok umur anak-anak yang sudah memperoleh pendidikan tinggi. Oleh karena itu, penulis tertarik menganalisis tentang Model Log Linear dalam tabel kontingensi tak sempurna serta penerapannya dalam data jumlah penduduk Kabupaten Sleman menurut umur, pendidikan dan jenis kelamin. Analisis

tersebut dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang saling berhubungan antara ketiga faktor yang diamati.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diperoleh rumusan masalah yang diangkat dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Bagaimana Model Log Linear untuk tabel kontingensi tak sempurna berdimensi tiga?
2. Bagaimana penerapan Model Log Linear untuk tabel tak sempurna pada data jumlah penduduk Kabupaten Sleman menurut umur, pendidikan dan jenis kelamin?

C. Tujuan Penulisan

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh derajat Sarjana S1 Program Studi Matematika FMIPA UNY.

Secara rinci, berdasarkan latar belakang dan sesuai dengan metode yang digunakan untuk analisis, maka penulisan tugas akhir ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan analisis Model Log Linear untuk tabel kontingensi tak sempurna berdimensi tiga.
2. Menerapkan Model Log Linear untuk tabel kontingensi tak sempurna berdimensi tiga pada data jumlah penduduk Kabupaten Sleman tahun 2008 menurut umur, pendidikan dan jenis kelamin.

D. Manfaat Penulisan

Manfaat yang diperoleh dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai tambahan pengetahuan tentang penerapan model Log Linear 3 dimensi dalam kehidupan sehari-hari.
2. Sebagai informasi dan masukan bagi peneliti lain yang berminat pada permasalahan yang sama.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Data

Menurut Hasan (2004:19) suatu data dapat diklasifikasikan menjadi empat macam yaitu berdasarkan sumber pengambilan, waktu pengumpulan, sifat data dan tingkat pengukuran. Klasifikasi data diuraikan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Sumber Pengambilannya

Berdasarkan sumber pengambilannya, data dibedakan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya. Data primer disebut juga data asli atau data baru.

Contoh: data kuesioner, data survei, data observasi dan sebagainya.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada. Data ini biasanya diperoleh dari perpustakaan atau dari laporan-laporan penelitian terdahulu.

Contoh: data yang sudah tersedia di tempat-tempat tertentu seperti perpustakaan, BPS (Badan Pusat Statistik), kantor-kantor dan sebagainya.

2. Berdasarkan Waktu Pengumpulannya

Berdasarkan waktu pengumpulannya, data dibedakan menjadi dua yaitu data berkala dan data *cross section*.

a. Data Berkala (*Times Series*)

Data berkala (*Times Series*) adalah data yang terkumpul dari waktu ke waktu untuk memberikan gambaran perkembangan suatu kegiatan atau keadaan.

Contoh: data perkembangan harga sembilan macam bahan pokok selama 10 bulan terakhir yang dikumpulkan setiap bulan.

b. Data *Cross Section*

Data *cross section* adalah data yang terkumpul pada suatu waktu tertentu untuk memberikan gambaran perkembangan suatu kegiatan atau keadaan pada waktu itu.

Contoh: data sensus penduduk tahun 1990.

3. Berdasarkan Sifat Data

Berdasarkan sifatnya, data dibedakan menjadi dua yaitu data kualitatif dan data kuantitatif.

a. Data Kualitatif

Data kualitatif adalah data yang tidak berbentuk bilangan.

Contoh: jenis kelamin, agama, warna.

b. Data Kuantitatif

Data kuantitatif adalah data yang berbentuk bilangan.

Contoh: tinggi, panjang, umur.

4. Berdasarkan Tingkat Pengukurannya

Berdasarkan tingkat pengukurannya (skala), data dibedakan menjadi empat yaitu data nominal, data ordinal, data interval dan data rasio.

a. Data Nominal

Data nominal adalah data yang berasal dari pengelompokan peristiwa berdasarkan kategori tertentu yang perbedaannya hanyalah menunjukkan perbedaan kualitatif.

Contoh: jenis kelamin manusia misal 1 disimbolkan untuk pria dan 0 untuk wanita.

b. Data Ordinal

Data ordinal adalah data yang berasal dari objek atau kategori yang disusun menurut besarnya, dari tingkat terendah ke tingkat tertinggi atau sebaliknya, dengan jarak atau rentang yang tidak harus sama.

Contoh: mengubah nilai ujian ke nilai prestasi yaitu nilai dari 80-100 adalah A, nilai dari 65-79 adalah B dan seterusnya.

c. Data Interval

Data interval adalah data yang berasal dari objek atau kategori yang diurutkan berdasarkan suatu atribut tertentu, dimana jarak antara tiap kategori adalah sama. Pada data ini tidak terdapat angka nol absolut.

d. Data Rasio

Data rasio adalah data yang menghimpun semua ciri dari data nominal, data ordinal dan data interval. Pada data ini terdapat angka nol absolut.

B. Variabel Kategorik

Suatu variabel dikatakan variabel kategorik jika variabel tersebut mempunyai skala pengukuran yang terdiri dari sekumpulan kategori tertentu. Variabel kategorik merupakan variabel diskrit yang memiliki nilai dikotomi maupun politomi berdasarkan banyaknya kategori yang dimiliki. Nilai dari kategori sering disebut sub kategori atau disebut juga tingkat dari variabel kategorik. Data yang diperoleh dari hasil berbagai macam subjek terhadap satu atau lebih variabel kategorik disebut data kategorik. Data kategorik merupakan data hasil klasifikasi semua individu sampel ke dalam satu atau lebih variabel kategorik secara bersamaan. Dengan demikian, data kategorik dari hasil suatu pengamatan mengandung variabel-variabel yang berkategori, sekaligus merupakan data yang berupa frekuensi pengamatan.

Berdasarkan skala pengukurannya, variabel kategorik dapat dibedakan menjadi tiga yaitu variabel nominal, variabel ordinal dan variabel interval. Variabel nominal yaitu variabel kategorik yang setiap tingkatannya tidak mempunyai urutan. Misalnya jenis kelamin, ras, agama, golongan darah dan sebagainya. Variabel ordinal yaitu variabel kategorik dimana setiap tingkatannya mempunyai urutan. Misalnya tingkat pendidikan dengan tingkatannya : rendah, sedang, tinggi. Variabel interval yaitu variabel kategorik dimana jarak antara dua level dapat dibedakan serta perbedaan jarak tersebut dapat diketahui secara numerik. Misal tingkat kecerdasan / IQ dengan kategori < 120, 121 – 130 dan >130.

C. **Distribusi *Poisson***

Menurut Hasan (2002:64) distribusi *Poisson* disebut juga distribusi peristiwa yang jarang terjadi, ditemukan oleh S.D. Poisson (1781-1841), seorang ahli matematika bangsa Prancis. Distribusi *Poisson* termasuk distribusi teoretis yang memakai variabel random diskrit. Distribusi *Poisson* adalah distribusi nilai-nilai bagi suatu variabel random X, yaitu banyaknya hasil percobaan yang terjadi dalam suatu interval waktu tertentu atau di suatu daerah. Rumus probabilitas suatu peristiwa yang berdistribusi *Poisson* sebagai berikut:

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad (2.1)$$

Keterangan:

λ : rata-rata terjadinya suatu peristiwa

e : bilangan irasional = 2,71828

D. Model Pengambilan Sampel

Pembuatan suatu tabel kontingensi dari pengamatan suatu populasi, diambil sejumlah sampel secara random. Kemudian hasil pengamatan diklasifikasikan pada setiap kombinasi tingkat yang ada pada tabel kontingensi yang tersusun dari variabel-variabel tersebut yang disebut dengan sel. Sebagai asumsi distribusi frekuensi pengamatan dalam tiap sel tabel kontingensi, maka digunakan suatu model pengambilan sampel. Adapun model pengambilan sampel yang digunakan dapat berupa:

1. *Poisson*

Pengambilan sampel dengan model *Poisson* dilakukan dengan mengamati sampel pada jangka waktu tertentu. Pengambilan sampel dengan model *Poisson* menggunakan asumsi bahwa setiap n_i merupakan variabel random independen, dimana n_i merupakan bilangan bulat non negatif.

2. *Multinomial*

Model pengambilan sampel multinomial, ukuran sampel sudah ditentukan. Karena n sudah ditentukan maka $\{n_i\}$ tidak lagi independen, karena nilai salah satu n_i akan mempengaruhi nilai n_i yang lain.

3. *Product Multinomial*

Pada model ini yang ditentukan adalah total marjinalnya. Dalam setiap kategori pada variabel baris mengandung sampel random saling bebas yang diklasifikasikan pada variabel kolomnya. Misalnya n_{ij}

adalah frekuensi pengamatan pada baris ke- i dan kolom ke- j pada tabel kontingensi. Dengan demikian n_{i+} merupakan total marginal untuk variabel baris dan n_{+j} merupakan total marginal untuk variabel kolom.

Pada skripsi ini digunakan model pengambilan sampel multinomial, karena ukuran sampelnya sudah ditentukan.

D. Tabel Kontingensi

1. Tabel kontingensi dua dimensi

a. Tabel kontingensi I x J

Secara umum, tabel kontingensi dua dimensi dapat disajikan dalam bentuk tabel I x J. Tabel I x J terdapat dua variabel yaitu variabel A dan variabel B. Dalam tabel ini mempunyai I baris yang menyatakan kategori dari variabel A dan J kolom yang menyatakan kategori dari variabel B. Terdapat IJ sel dalam tabel yang berisi frekuensi pengamatan yang terjadi dari kombinasi kedua kategori variabel sehingga diperoleh data berkategori dalam bentuk kontingensi 2 dimensi berukuran I x J. Tabel kontingensi I x J dapat disajikan seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1 Tabel Kontingensi I x J

		Variabel 2 (B)				Total
		B ₁	B ₂	...	B _J	
Variabel 1 (A)	A ₁	n_{11}	n_{12}	...	n_{1J}	n_{1+}
	A ₂	n_{21}	n_{22}	...	n_{2J}	n_{2+}
	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
	A _I	n_{I1}	n_{I2}	...	n_{IJ}	n_{I+}
Total		n_{+1}	n_{+2}	...	n_{+J}	n

Keterangan:

n_{ij} : frekuensi pengamatan pada baris ke- i dan kolom ke- j

n_{i+} : total marginal pada variabel baris

n_{+j} : total marginal pada variabel kolom

n : total frekuensi pengamatan

Tabel 2 Tabel Probabilitas 2 Dimensi

		Variabel 2 (B)				Total
		B ₁	B ₂	...	B _J	
Variabel 1 (A)	A ₁	p_{11}	p_{12}	...	p_{1J}	p_{1+}
	A ₂	p_{21}	p_{22}	...	p_{2J}	p_{2+}
	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
	A _I	p_{I1}	p_{I2}	...	p_{IJ}	p_{I+}
Total		p_{+1}	p_{+2}	...	p_{+J}	1

Keterangan:

p_{ij} : probabilitas hasil pengamatan pada baris ke- i dan kolom ke- j

p_{i+} : probabilitas pengamatan kategori A _{i}

p_{+j} : probabilitas pengamatan kategori B _{j}

Secara umum dua variabel dikatakan independen jika

$$p_{ij} = p_{i+} \cdot p_{+j} \quad (2.2)$$

Dalam tabel frekuensi pengamatan, n_{ij} adalah frekuensi pengamatan pada baris ke- i dan kolom ke- j , serta n_{i+} dan n_{+j} masing-masing adalah total marginal baris ke- i dan kolom ke- j dalam tabel. Begitu juga halnya dengan probabilitasnya p_{ij} , p_{i+} dan p_{+j} dimana,

$$\begin{aligned} \sum_i \sum_j p_{ij} &= 1 & p_{i+} &= \sum_j p_{ij} & p_{+j} &= \sum_i p_{ij} \\ \sum_i \sum_j n_{ij} &= n & n_{i+} &= \sum_j n_{ij} & n_{+j} &= \sum_i n_{ij} \end{aligned}$$

Karena frekuensi pengamatan diasumsikan berdistribusi multinomial dengan ukuran sampel n dan probabilitas p_{ij} , sehingga jika kedua variabel saling bebas (independen) maka frekuensi harapan n_{ij} adalah m_{ij}

$$m_{ij} = n \cdot p_{ij} = n \cdot p_{i+} \cdot p_{+j} \quad (2.3)$$

Dengan n adalah total frekuensi pengamatan. Persamaan $m_{ij} = n \cdot p_{ij} = n \cdot p_{i+} \cdot p_{+j}$ dapat digunakan apabila probabilitas populasi tidak diketahui. Probabilitas dapat ditaksir dari frekuensi pengamatan sehingga diperoleh persamaan:

$$\hat{p}_{i+} = \frac{n_{i+}}{n} \text{ dan } \hat{p}_{+j} = \frac{n_{+j}}{n} \quad (2.4)$$

Sehingga jika dua variabel saling bebas / independen, maka frekuensi harapan dalam sel ke- ij

$$m_{ij} = \hat{m}_{ij}$$

$$m_{ij} = n \cdot \hat{p}_{i+} \cdot \hat{p}_{+j}$$

$$m_{ij} = n \left(\frac{n_{i+}}{n} \right) \left(\frac{n_{+j}}{n} \right)$$

$$m_{ij} = \frac{(n_{i+})(n_{+j})}{n} \quad (2.5)$$

1) Uji independensi / kebebasan

Uji independensi digunakan untuk melihat ada tidaknya hubungan antara dua variabel atau lebih. Pengujian ini hampir sama dengan korelasi, akan tetapi pada uji independensi dengan menggunakan metode *chi square*, variabel-variabel yang dianalisis haruslah berupa variabel yang bersifat kategorik atau berskala pengukuran nominal / ordinal.

Hipotesis untuk uji independensi menurut (Fauzy : 2008) yaitu:

- $H_0 : p_{ij} = p_{i+} \cdot p_{+j}$

$$H_1 : p_{ij} \neq p_{i+} \cdot p_{+j}$$

- Taraf signifikansi : $\alpha = 0,05$

- Statistik uji:

- $\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(n_{ij} - m_{ij})^2}{m_{ij}} \quad (2.6)$

- Kriteria keputusan:

H_0 ditolak pada taraf signifikansi α , jika $\chi_{hitung}^2 \geq$

χ_{tabel}^2 dengan derajat bebas $(I-1)(J-1)$.

H_0 diterima pada taraf signifikansi α , jika $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{tabel}^2$ dengan derajat bebas $(I-1) (J-1)$.

- Kesimpulan

2) Uji homogenitas / kesamaan proporsi

Uji homogenitas merupakan uji untuk kesamaan proporsi dilakukan dengan model dua sampel yang terpisah.

Hipotesis untuk uji homogenitas yaitu:

- $H_0 : p_A = p_B$

$$H_1 : p_A \neq p_B$$

- Taraf signifikansi : $\alpha = 0,05$

- Statistik uji:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(n_{ij} - m_{ij})^2}{m_{ij}}$$

- Kriteria keputusan:

- H_0 ditolak pada taraf signifikansi α , jika $\chi_{hitung}^2 \geq \chi_{tabel}^2$ dengan derajat bebas $(I-1) (J-1)$.

- H_0 diterima pada taraf signifikansi α , jika $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{tabel}^2$ dengan derajat bebas $(I-1) (J-1)$.

- Kesimpulan

Perbedaan antara uji independensi dan uji homogenitas adalah terletak pada bagaimana data diperoleh. Uji independensi

didasarkan pada 1 sampel, sedangkan pada uji homogenitas didasarkan pada 2 sampel terpisah.

b. Tabel Kontingensi 2 x 2

Tabel kontingensi 2 x 2 merupakan kasus khusus dari tabel kontingensi I x J yang digunakan untuk membandingkan dua variabel yang masing-masing dikotomus (terdiri dari 2 kategori).

Tabel 3 Tabel Kontingensi 2 x 2

		Variabel 2 (B)		Total
		B_1	B_2	
Variabel 1 (A)	A_1	a	b	$a + b = n_{1+}$
	A_2	c	d	$c + d = n_{2+}$
Total		$a + c = n_{+1}$	$b + d = n_{+2}$	n

Keterangan:

- a : frekuensi pengamatan pada baris ke-1 dan kolom ke-1
- b : frekuensi pengamatan pada baris ke-1 dan kolom ke-2
- c : frekuensi pengamatan pada baris ke-2 dan kolom ke-1
- d : frekuensi pengamatan pada baris ke-2 dan kolom ke-2
- n_{1+} : total marginal pada variabel baris ke-1
- n_{2+} : total marginal pada variabel baris ke-2
- n_{+1} : total marginal pada variabel kolom ke-1
- n_{+2} : total marginal pada variabel kolom ke-2
- n : total frekuensi pengamatan

Hipotesis untuk uji independensi menurut (Fauzy : 2008) yaitu:

- $H_0 : p_{ij} = p_{i+} \cdot p_{+j}$
- $H_1 : p_{ij} \neq p_{i+} \cdot p_{+j}$
- Taraf signifikansi : $\alpha = 0,05$
- Statistik uji:

$$\chi^2 = \frac{n(ad-bc)^2}{(a+b)(a+c)(c+d)(b+d)} \quad (2.7)$$

- Kriteria keputusan:

H_0 ditolak pada taraf signifikansi α , jika $\chi_{hitung}^2 \geq \chi_{tabel}^2$ dengan derajat bebas 1.

H_0 diterima pada taraf signifikansi α , jika $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{tabel}^2$ dengan derajat bebas 1.

- Kesimpulan

Statistik uji pada uji homogenitas diperoleh dari:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \frac{(n_{ij} - m_{ij})^2}{m_{ij}}$$

Bukti:

$$\begin{aligned} \chi^2 &= \frac{\left(a - \frac{(a+b)(a+c)}{n}\right)^2}{\frac{(a+b)(a+c)}{n}} + \frac{\left(b - \frac{(a+b)(b+d)}{n}\right)^2}{\frac{(a+b)(b+d)}{n}} + \\ &\quad \frac{\left(c - \frac{(c+d)(a+c)}{n}\right)^2}{\frac{(c+d)(a+c)}{n}} + \frac{\left(d - \frac{(c+d)(b+d)}{n}\right)^2}{\frac{(c+d)(b+d)}{n}} \\ \chi^2 &= \frac{(an - (a+b)(a+c))^2}{(a+b)(a+c)n} + \frac{(bn - (a+b)(b+d))^2}{(a+b)(b+d)n} + \\ &\quad \frac{(cn - (c+d)(a+c))^2}{(c+d)(a+c)n} + \frac{(dn - (c+d)(b+d))^2}{(c+d)(b+d)n} \end{aligned}$$

diperoleh

$$\begin{aligned} \chi^2 &= \frac{(ad-bc)^2}{(a+b)(a+c)n} + \frac{(ad-bc)^2}{(a+b)(b+d)n} + \\ &\quad \frac{(ad-bc)^2}{(c+d)(a+c)n} + \frac{(ad-bc)^2}{(c+d)(b+d)n} \end{aligned}$$

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2 [(a + b + c + d)(a + b + c + d)]}{\frac{(a + b)(a + c)(c + d)(b + d)}{n}}$$

Sehingga χ^2 Pearson menjadi

$$\chi^2 = \frac{n(ad - bc)^2}{(a + b)(a + c)(c + d)(b + d)}$$

Seperti terlihat pada persamaan (2.7).

2. Tabel kontingensi tiga dimensi

Uji independensi dan uji homogenitas juga berlaku untuk tabel kontingensi tiga dimensi.

a. Uji independensi / kebebasan

Hipotesis:

- $H_0 : p_{ijk} = p_{i++} \cdot p_{+j+} \cdot p_{++k}$

$$H_1 : p_{ijk} \neq p_{i++} \cdot p_{+j+} \cdot p_{++k}$$

- Taraf signifikansi : $\alpha = 0,05$

- Statistik uji:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{(n_{ijk} - m_{ijk})^2}{m_{ijk}} \quad (2.8)$$

- Kriteria keputusan:

H_0 ditolak pada taraf signifikansi α , jika $\chi_{hitung}^2 \geq \chi_{tabel}^2$
dengan derajat bebas $(I-1) (J-1) (K-1)$.

H_0 diterima pada taraf signifikansi α , jika $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{tabel}^2$
dengan derajat bebas $(I-1) (J-1) (K-1)$.

- Kesimpulan

b. Uji homogenitas / kesamaan proporsi

Hipotesis:

- $H_0 : p_{i1+} = p_1; p_{i2+} = p_2; \dots; p_{ij+} = p_j; i = 1, \dots, j$

$$H_1 : p_{i1+} \neq p_1; p_{i2+} \neq p_2; \dots; p_{ij+} \neq p_j$$

- Taraf signifikansi : $\alpha = 0,05$

- Statistik uji:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \frac{(n_{ijk} - m_{ijk})^2}{m_{ijk}}$$

- Kriteria keputusan:

$$H_0 \text{ ditolak pada taraf signifikansi } \alpha, \text{ jika } \chi_{hitung}^2 \geq \chi_{tabel}^2$$

dengan derajat bebas $(I-1)(J-1)(K-1)$.

$$H_0 \text{ diterima pada taraf signifikansi } \alpha, \text{ jika } \chi_{hitung}^2 \leq \chi_{tabel}^2$$

dengan derajat bebas $(I-1)(J-1)(K-1)$.

- Kesimpulan

Keterangan:

n_{ijk} : frekuensi pengamatan sel ke- ijk

m_{ijk} : frekuensi harapan sel ke- ijk

Frekuensi harapan dalam tabel kontingensi 3 dimensi dihitung

$$\text{menggunakan rumus } m_{ijk} = \frac{(n_{i++})(n_{+j+})(n_{++k})}{n^2} \quad (2.9)$$

Bukti:

$$m_{ijk} = n \cdot \hat{p}_{i++} \cdot \hat{p}_{+j+} \cdot \hat{p}_{++k} \quad (2.10)$$

dengan

$$\hat{p}_{i++} = \frac{n_{i++}}{n}; n_{i++} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K n_{ijk} \quad (2.11)$$

$$\hat{p}_{+j+} = \frac{n_{+j+}}{n}; n_{+j+} = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K n_{ijk} \quad (2.12)$$

$$\hat{p}_{++k} = \frac{n_{++k}}{n}; n_{++k} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J n_{ijk} \quad (2.13)$$

Persamaan (2.11), (2.12), (2.13) disubstitusi ke persamaan (2.10) sehingga diperoleh

$$m_{ijk} = \frac{n (n_{i++})(n_{+j+})(n_{++k})}{n^3}$$

$$m_{ijk} = \frac{(n_{i++})(n_{+j+})(n_{++k})}{n^2}$$

E. Model Log Linear

1. Model Log Linear untuk tabel 2 dimensi

a. Model bebas (independen)

Diberikan sebuah sampel multinomial berukuran n yang disusun dalam tabel kontingensi dan setiap sel kategorinya mempunyai probabilitas (p_{ij}). Dalam model bebas tidak memuat interaksi antara dua variabel atau lebih. Selanjutnya menurut Simonoff (2003) dapat diperoleh distribusi bersama 2 kategori respons yang bebas secara statistik jika:

$$p_{ij} = p_{i+} \cdot p_{+j}$$

dalam skala logaritma diperoleh:

$$\log p_{ij} = \log p_{i+} + \log p_{+j}$$

Dari persamaan (2.3) yang telah dijelaskan di sub bab sebelumnya

$$m_{ij} = n \cdot p_{ij}$$

$$m_{ij} = n \cdot p_{i+} \cdot p_{+j}$$

$$m_{i+} = n \cdot p_{i+} \text{ dan } m_{+j} = n \cdot p_{+j}$$

$$\text{sehingga } m_{ij} = n \left(\frac{m_{i+}}{n} \right) \left(\frac{m_{+j}}{n} \right)$$

$$m_{ij} = \frac{(m_{i+})(m_{+j})}{n}$$

dalam skala logaritma diperoleh

$$\log m_{ij} = \log m_{i+} + \log m_{+j} - \log n \quad (2.14)$$

Diketahui A adalah variabel 1 (variabel baris) dan B merupakan variabel 2 (variabel kolom). Model bebasnya dapat disajikan dalam persamaan (2.15)

$$\log m_{ij} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B \quad (2.15)$$

Keterangan:

m_{ij} : frekuensi harapan dalam sel- ij

μ : parameter rata-rata keseluruhan

λ_i^A : parameter pengaruh tingkat i faktor A

λ_j^B : parameter pengaruh tingkat j faktor B

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{IJ} \quad (2.16)$$

$$\lambda_i^A = \frac{\sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{J} - \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{IJ} \quad (2.17)$$

$$\lambda_j^B = \frac{\sum_{i=1}^I \log m_{ij}}{I} - \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{IJ} \quad (2.18)$$

dengan syarat:

$$\sum_{i=1}^I \lambda_i^A = 0 \text{ dan } \sum_{j=1}^J \lambda_j^B = 0$$

derajat bebasnya $I + J - 1$

Sehingga model $\log m_{ij} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B$ disebut sebagai Model Log Linear Independen.

b. Model Lengkap (*saturated*)

Secara umum, Model Log Linear menyatakan logaritma frekuensi harapan sel pada tabel kontingensi sebagai fungsi linier dari parameter-parameter dan parameter-parameter tersebut menyatakan karakteristik dari variabel-variabel kategorik serta interaksi antar variabel-variabel tersebut satu sama lain. Sehingga apabila ada interaksi dalam setiap variabel-variabelnya dengan semua $m_{ij} > 0$, diperoleh model logaritma:

$$\log m_{ij} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_{ij}^{AB} \quad (2.19)$$

Keterangan:

m_{ij} : frekuensi harapan dalam sel- ij

μ : parameter rata-rata keseluruhan

λ_i^A : parameter pengaruh tingkat i faktor A

λ_j^B : parameter pengaruh tingkat j faktor B

λ_{ij}^{AB} : parameter pengaruh faktor interaksi sel - ij

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{IJ} \\ \lambda_i^A &= \frac{\sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{J} - \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{IJ} \\ \lambda_j^B &= \frac{\sum_{i=1}^I \log m_{ij}}{I} - \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{IJ} \\ \lambda_{ij}^{AB} &= \log m_{ij} - \frac{\sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{J} - \frac{\sum_{i=1}^I \log m_{ij}}{I} + \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ij}}{IJ} \end{aligned} \quad (2.19)$$

dengan syarat:

$$\sum_{i=1}^I \lambda_i^A = \sum_{j=1}^J \lambda_j^B = \sum_{i=1}^I \lambda_{ij}^{AB} = \sum_{j=1}^J \lambda_{ij}^{AB} = 0$$

dengan derajat bebas IJ .

2. Model Log Linear Untuk Tabel 3 Dimensi

a. Model bebas (independen)

Diketahui probabilitas dari sel kategori 3 dimensi yang saling bebas sehingga

$$p_{ijk} = p_{i++} \cdot p_{+j+} \cdot p_{++k} \quad (2.20)$$

dalam bentuk logaritma diperoleh persamaan

$$\log p_{ijk} = \log(p_{i++} \cdot p_{+j+} \cdot p_{++k}) \quad (2.21)$$

dan jika diketahui $m_{ijk} = n \cdot p_{ijk}$

$$m_{i++} = n \cdot p_{i++}$$

$$m_{+j+} = n \cdot p_{+j+}$$

$$m_{++k} = n \cdot p_{++k}$$

$$\begin{aligned} \text{maka } \frac{m_{ijk}}{n} &= \left(\frac{m_{i++}}{n} \right) \left(\frac{m_{+j+}}{n} \right) \left(\frac{m_{++k}}{n} \right) \\ m_{ijk} &= \frac{n (m_{i++} \cdot m_{+j+} \cdot m_{++k})}{n^3} \\ m_{ijk} &= \frac{(m_{i++})(m_{+j+})(m_{++k})}{n^2} \end{aligned}$$

$$\text{sehingga } \log m_{ijk} = \log \left[\frac{(m_{i++})(m_{+j+})(m_{++k})}{n^2} \right] \quad (2.22)$$

$$\log m_{ijk} = \log m_{i++} + \log m_{+j+} + \log m_{++k} - 2 \log n \quad (2.23)$$

dan bila variabel baris dilambangkan dengan A, variabel kolom dengan B dan variabel layer dengan C, maka

$$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C \quad (2.24)$$

dimana

m_{ij} : frekuensi harapan dalam sel- ij
 μ : parameter rata-rata keseluruhan
 λ_i^A : parameter pengaruh tingkat i faktor A
 λ_j^B : parameter pengaruh tingkat j faktor B
 λ_k^C : parameter pengaruh tingkat k faktor C

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{IJK}$$

$$\lambda_i^A = \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{JK} - \mu$$

$$\lambda_j^B = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{IK} - \mu$$

$$\lambda_k^C = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ijk}}{IJ} - \mu$$

dengan syarat:

$$\sum_{i=1}^I \lambda_i^A = \sum_{j=1}^J \lambda_j^B = \sum_{k=1}^K \lambda_k^C = 0$$

b. Model Lengkap (*saturated*)

Apabila terdapat interaksi pada setiap variabelnya, maka

Model Log Linear lengkapnya adalah

$$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC} \quad (2.25)$$

dimana

m_{ij} : frekuensi harapan dalam sel- ij
 μ : parameter rata-rata keseluruhan

λ_i^A : parameter pengaruh tingkat i faktor A
 λ_j^B : parameter pengaruh tingkat j faktor B
 λ_k^C : parameter pengaruh tingkat k faktor C
 λ_{ij}^{AB} : parameter pengaruh faktor interaksi sel – ij
 λ_{ik}^{AC} : parameter pengaruh faktor interaksi sel – ik
 λ_{jk}^{BC} : parameter pengaruh faktor interaksi sel – jk
 λ_{ijk}^{ABC} : parameter pengaruh faktor interaksi sel - ijk

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{IJK} \quad (2.26)$$

$$\lambda_i^A = \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{JK} - \mu \quad (2.27)$$

$$\lambda_j^B = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{IK} - \mu \quad (2.28)$$

$$\lambda_k^C = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ijk}}{IJ} - \mu \quad (2.29)$$

$$\lambda_{ij}^{AB} = \frac{\sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{K} - \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{JK} - \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{IK} - \mu \quad (2.30)$$

$$\lambda_{jk}^{BC} = \frac{\sum_{i=1}^I \log m_{ijk}}{I} - \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{JK} - \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ijk}}{IJ} - \mu \quad (2.31)$$

$$\lambda_{ik}^{AC} = \frac{\sum_{j=1}^J \log m_{ijk}}{J} - \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{IK} - \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ijk}}{IJ} - \mu \quad (2.32)$$

$$\begin{aligned} \lambda_{ijk}^{ABC} = & \log m_{ijk} - \frac{\sum_{i=1}^I \log m_{ijk}}{I} - \frac{\sum_{j=1}^J \log m_{ijk}}{J} - \frac{\sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{K} \\ & + \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ijk}}{IJ} + \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{IK} + \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{JK} \end{aligned} \quad (2.33)$$

dengan syarat:

$$\sum_{i=1}^I \lambda_i^A = \sum_{j=1}^J \lambda_j^B = \sum_{k=1}^K \lambda_k^C = \sum_{i=1}^I \lambda_{ij}^{AB} = \sum_{j=1}^J \lambda_{ij}^{AC} = \dots = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \lambda_{ijk}^{ABC} = 0$$

BAB III PEMBAHASAN

A. Analisis Model Log Linear

Model Log Linear merupakan suatu model khusus yang dipergunakan untuk melakukan analisis data kategorik berskala nominal. Model Log Linear pada dasarnya merupakan model linier univariat yang dipergunakan untuk melakukan analisis varians dengan variabel tak bebas atau respons adalah logaritma dari frekuensi yang diharapkan dalam tiap-tiap sel tabel silang yang diperhatikan. Jika m_{ijk} menyatakan frekuensi ekspektasi dalam sel-(i,j,k) dari tabel silang berdimensi tiga, maka model Log Linear yang diperhatikan mempunyai variabel respons $\log m_{ijk}$.

Pada analisis data kategorik, untuk mencari model yang paling sesuai terlebih dahulu harus diketahui statistik cukup dan statistik cukup minimal.

Definisi 3.1

Misalkan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ sampel random dari fungsi probabilitas $f(x; \theta)$. Statistik $W = h(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ dikatakan cukup (sufficient) untuk θ apabila semua θ dan semua hasil yang mungkin, fungsi probabilitas $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ jika diketahui w tidak tergantung pada θ , baik dalam fungsi itu sendiri atau dalam wilayah fungsi itu. (Soejoeti, 1990)

Menurut Bain dan Engelhardt (1991:337), suatu himpunan statistik dikatakan sebagai himpunan statistik cukup minimal jika anggota-anggotanya adalah statistik cukup gabungan untuk parameter dan jika

statistik-statistik tersebut merupakan fungsi dari himpunan statistik cukup gabungan yang lain.

Langkah-langkah mencari model yang sesuai:

1. Kecukupan dan *Likelihood*

a. Statistik Cukup Minimal

Diasumsikan sebuah sampel $\{n_{ijk}\}$ untuk klasifikasi silang dari variabel-variabel A, B dan C. Diasumsikan variabel A, B dan C adalah variabel random *Poisson* dengan nilai harapan m_{ijk} .

Fungsi kepadatan probabilitas *Poisson* bersama dari n_{ijk} adalah

$$\prod_i \prod_j \prod_k \frac{e^{-m_{ijk}} (m_{ijk})^{n_{ijk}}}{n_{ijk} !} \quad (3.1)$$

dengan

m_{ijk} : frekuensi harapan

$\prod_i \prod_j \prod_k$: hasil kali seluruh frekuensi sel dalam tabel

n_{ijk} : frekuensi pengamatan pada baris ke- i , kolom ke- j dan layer ke- k

Dalam bentuk logaritma, persamaan (3.1) dapat ditulis

$$L(m) = \sum_i \sum_j \sum_k n_{ijk} \log m_{ijk} - \sum_i \sum_j \sum_k m_{ijk} \quad (3.2)$$

Model log linear untuk tabel 3 dimensi secara umum dapat disajikan dalam persamaan (2.25) yaitu

$$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}$$

$$m_{ijk} = \exp(\mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}) \quad (3.3)$$

Dari persamaan (2.25) dan persamaan (3.3) diperoleh bentuk *Log Likelihood* dengan cara sebagai berikut

$$\begin{aligned} L(m) &= \sum_i \sum_j \sum_k n_{ijk} \log m_{ijk} - \sum_i \sum_j \sum_k m_{ijk} \\ &= \sum_i \sum_j \sum_k n_{ijk} (\mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}) \\ &\quad - \sum_i \sum_j \sum_k \exp(\mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}) \\ &= \sum_i \sum_j \sum_k n_{ijk} (\mu) + \sum_j \sum_k n_{ijk} \lambda_i^A + \sum_i \sum_k n_{ijk} \lambda_j^B \\ &\quad + \sum_i \sum_j n_{ijk} \lambda_k^C + \sum_k n_{ijk} \lambda_{ij}^{AB} + \sum_j n_{ijk} \lambda_{ik}^{AC} + \sum_i n_{ijk} \lambda_{jk}^{BC} \\ &\quad + \sum_i \sum_j \sum_k n_{ijk} \lambda_{ijk}^{ABC} \end{aligned}$$

sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} L(m) &= n \mu + \sum_i n_{i++} \lambda_i^A + \sum_j n_{+j+} \lambda_j^B + \sum_k n_{++k} \lambda_k^C + \\ &\quad \sum_i \sum_j n_{ij+} \lambda_{ij}^{AB} + \sum_i \sum_k n_{i+k} \lambda_{ik}^{AC} + \\ &\quad \sum_j \sum_k n_{+jk} \lambda_{jk}^{BC} + \sum_i \sum_j \sum_k n_{ijk} \lambda_{ijk}^{ABC} - \\ &\quad \sum_i \sum_j \sum_k \exp(\mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}) \quad (3.4) \end{aligned}$$

dengan λ adalah parameter dalam model.

Persamaan (3.4) menyatakan bahwa persamaan tersebut merupakan keluarga eksponensial sehingga koefisien dari parameternya merupakan statistik cukup.

Dalam persamaan (3.4), n_{i++} , n_{+j+} , n_{++k} dan seterusnya merupakan koefisien dari masing-masing parameter maka n_{i++} , n_{+j+} , n_{++k} dan seterusnya adalah statistik cukup.

Contoh model beserta statistik cukup minimalnya:

Tabel 4 Tabel Statistik Cukup Minimal

MODEL	Statistik cukup minimal
(A,B,C)	$\{n_{i++}, \{n_{+j+}, \{n_{++k}\}$
(AB,C)	$\{n_{ij+}, \{n_{++k}\}$
(AC,B)	$\{n_{i+k}, \{n_{+j+}\}$
(BC,A)	$\{n_{+jk}, \{n_{i++}\}$
(AB, BC)	$\{n_{ij+}, \{n_{+jk}\}$
(AC,BC)	$\{n_{i+k}, \{n_{+jk}\}$
(AB,AC)	$\{n_{ij+}, \{n_{i+k}\}$
(AB,AC,BC)	$\{n_{ij+}, \{n_{i+k}, \{n_{+jk}\}$
(ABC)	$\{n_{ijk}\}$

Keterangan:

- Model (A,B,C) yaitu model yang ketiga faktornya tidak ada interaksi.
- Model (AB,C) yaitu model yang hanya terdapat satu interaksi (interaksi antar faktor A dan faktor B).

Begitu juga dengan model-model yang lainnya.

b. Persamaan *Likelihood*

Estimasi maksimum *Likelihood* diperoleh dari derivatif persamaan

Log *Likelihood* yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, seperti terlihat pada persamaan (3.4) yaitu

$$\begin{aligned}
 L(m) = & n \mu + \sum_i n_{i++} \lambda_i^A + \sum_j n_{+j+} \lambda_j^B + \sum_k n_{++k} \lambda_k^C + \\
 & \sum_i \sum_j n_{ij+} \lambda_{ij}^{AB} + \sum_i \sum_k n_{i+k} \lambda_{ik}^{AC} + \\
 & \sum_j \sum_k n_{+jk} \lambda_{jk}^{BC} + \sum_i \sum_j \sum_k n_{ijk} \lambda_{ijk}^{ABC} -
 \end{aligned}$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k \exp(\mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC})$$

Derivatif terhadap parameter-parameternya diperoleh estimasi maksimum *Likelihood* berikut:

- 1) Derivatif terhadap μ diperoleh

$$\hat{m}_{++} = n \text{ (frekuensi harapan total = frekuensi pengamatan total)}$$

bukti:

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = n - \sum_i \sum_j \sum_k \exp[\mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}]$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = n - \sum_i \sum_j \sum_k m_{ijk}$$

$$\text{Jika } \frac{\partial L}{\partial \mu} = 0 \text{ maka}$$

$$n - \sum_i \sum_j \sum_k m_{ijk} = 0$$

$$n = \sum_i \sum_j \sum_k m_{ijk}$$

$$\hat{m}_{++} = n \quad (3.5)$$

$\hat{m}_{++} = n$ berarti total estimasi frekuensi harapan sama dengan total frekuensi pengamatan.

Secara analog, dapat diperoleh derivatif terhadap parameter - parameter lainnya, hasilnya adalah sebagai berikut:

- 2) Derivatif terhadap λ_i^A diperoleh

$$\hat{m}_{i++} = n_{i++} \text{ dengan } i = 1, 2, 3, \dots, I \quad (3.6)$$

- 3) Derivatif terhadap λ_j^B diperoleh

$$\hat{m}_{+j+} = n_{+j+} \text{ dengan } j = 1, 2, 3, \dots, J \quad (3.7)$$

4) Derivatif terhadap λ_k^C diperoleh

$$\hat{m}_{++k} = n_{++k} \text{ dengan } k = 1, 2, 3, \dots, K \quad (3.8)$$

5) Derivatif terhadap λ_{ij}^{AB} diperoleh

$$\hat{m}_{ij+} = n_{ij+} \text{ dengan } i = 1, 2, 3, \dots, I ; j = 1, 2, 3, \dots, J \quad (3.9)$$

6) Derivatif terhadap λ_{ik}^{AC} diperoleh

$$\hat{m}_{i+k} = n_{i+k} \text{ dengan } i = 1, 2, 3, \dots, I ; k = 1, 2, 3, \dots, K \quad (3.10)$$

7) Derivatif terhadap λ_{jk}^{BC} diperoleh

$$\hat{m}_{+jk} = n_{+jk} \text{ dengan } j = 1, 2, 3, \dots, J ; k = 1, 2, 3, \dots, K \quad (3.11)$$

Penyelesaian tunggal untuk \hat{m}_{ijk} pada model sesuai dengan data sampel dalam statistik cukup minimalnya, sehingga merupakan penyelesaian maksimum *Likelihoodnya*.

2. Estimasi frekuensi harapan

Misal diasumsikan sebuah model (AC, BC) dengan A dan B adalah variabel bebas dan C adalah variabel terikat memenuhi:

$$p_{ijk} = \frac{p_{i+k} p_{+jk}}{p_{++k}}, \text{ untuk semua } i, j \text{ dan } k$$

Menurut Bishop (2007), untuk sampel berdistribusi *Poisson* digunakan rumus yang berkaitan dengan frekuensi harapan

$$m_{ijk} = \delta_{ijk} \frac{m_{i+k} m_{+jk}}{m_{++k}}$$

dari persamaan (3.8), (3.10) dan (3.11) maka diperoleh estimasi

$$\hat{m}_{ijk} = \delta_{ijk} \frac{n_{i+} n_{+j}}{n_{++}} \quad (3.12)$$

Keterangan: $\delta_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{untuk sel yang terisi} \\ 0, & \text{untuk sel kosong} \end{cases}$

Perhitungan estimasi frekuensi harapan untuk sel kosong menggunakan persamaan (3.12) dengan $\delta_{ijk} = 0$.

3. Uji *Goodness of Fit*

Menurut Suryanto (1988:274), setelah diperoleh estimasi frekuensi harapan, perlu membandingkan frekuensi-frekuensi hasil pengamatan dengan estimasi frekuensi harapan untuk mengetahui apakah model log linear yang digunakan cocok dengan keadaan sebenarnya.

Rumusan hipotesisnya adalah sebagai berikut:

H_0 : model Log Linear yang digunakan cocok dengan keadaan sebenarnya

H_1 : model Log Linear yang digunakan tidak cocok dengan keadaan sebenarnya

Untuk menguji hipotesis bahwa estimasi frekuensi harapan populasi memenuhi model yang diberikan dengan menggunakan statistik *chi square*.

$$\chi^2 = \sum^* \frac{(n_{ijk} - m_{ijk})^2}{m_{ijk}} \quad (3.13)$$

\sum^* menunjukkan bahwa sel yang digunakan hanya sel yang terisi saja (Bishop, 2007), Apabila $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{tabel}^2$ dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ maka model Log Linear yang digunakan sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Selain statistik *chi square*, dapat juga menggunakan statistik rasio *Likelihood* dengan rumus sebagai berikut:

$$G^2 = 2 \sum n_{ijk} \log \left(\frac{n_{ijk}}{m_{ijk}} \right)$$

(3.14)

Derajat bebas dalam uji *Goodness of Fit* ini adalah selisih antara jumlah sel yang bebas dengan model yang ditentukan. Perhitungan derajat bebas pada tabel kontingensi tak sempurna yaitu derajat bebas pada tabel kontingensi sempurna dikurangi banyaknya sel kosong.

Jika dihitung secara manual, maka derajat bebas pada tabel sempurna dapat dihitung sebagai berikut:

Tabel 5 Tabel Derajat Bebas

Model Log Linear	Derajat bebas
(A,B,C)	$IJK - I - J - K + 2$
(AB,C)	$(IJ - 1) (K - 1)$
(AC,B)	$(IK - 1) (J - 1)$
(BC,A)	$(JK - 1) (I - 1)$
(AB,BC)	$J (I - 1) (K - 1)$
(AC,BC)	$K (I - 1) (J - 1)$
(AB,AC)	$I (J - 1) (K - 1)$
(AB,AC,BC)	$(I - 1) (J - 1) (K - 1)$
(ABC)	0

4. Pemilihan model

Model dalam hal ini dipilih menurut nilai statistik rasio *Likelihood* dan derajat bebasnya. Urutan pertama dipilih model yang mempunyai nilai statistik rasio *Likelihood* paling besar dan derajat bebasnya juga yang paling besar. Langkah selanjutnya analog dengan langkah sebelumnya. Apabila ada dua model atau lebih yang mempunyai derajat sama, maka dipilih salah

satu saja yaitu model yang mempunyai nilai statistik rasio *Likelihood* paling kecil.

5. Partisi *chi square* untuk Membandingkan Model

Diberikan dua model parametrik m_1 dan m_2 dengan m_2 kasus khusus dari m_1 . Karena m_2 lebih sederhana dari m_1 maka model m_2 dikatakan bersusun dengan m_1 , v_1 dan v_2 derajat bebas sesatan dan v_1 lebih kecil dari v_2 maka

$$G^2(m_1) \leq G^2(m_2) \quad (3.15)$$

Secara teoretis, $G^2(m_1)$ tidak akan pernah melampaui $G^2(m_2)$ diasumsikan model m_1 ditentukan, pendekatan rasio *Likelihood* untuk menguji apakah m_2 diperoleh dapat dihitung dengan uji statistik

$$G^2(m_2) = G^2(m_1) + G^2(m_1 + m_2) \quad (3.16)$$

$G^2(m_1)$ mendekati distribusi *chi square* dengan derajat bebas v_1 , $G^2(m_2)$ mendekati distribusi *chi square* dengan derajat bebas v_2 . Oleh sebab itu, diperoleh $G^2(m_2|m_1)$ mendekati distribusi *chi square* dengan derajat bebas $v_2 - v_1$.

6. Analisis Residual

Pada dasarnya, uji *Goodness of fit* hanya memberikan kesimpulan yang umum tentang bagaimana sebuah model sesuai dengan data. Untuk

lebih jauhnya, dapat dilihat pada analisis residu yang dilakukan dalam memilih sebuah model.

Residu adalah frekuensi pengamatan (n_i) dikurangi dengan frekuensi harapan (\hat{m}_i) dalam bentuk persamaan diperoleh:

$$\varepsilon = n_i - \hat{m}_i, i=1,2,\dots,n \quad (3.17)$$

Tujuan daripada analisis residual ini adalah untuk mengukur sisa variabilitas data pengamatan yang tidak dapat dijelaskan baik oleh masing-masing variabelnya maupun interaksi antar variabelnya. Analisis residual juga sering digunakan pada pendeteksian dan penaksiran derajat perbedaan antara model yang diasumsikan dengan data hasil pengamatan.

Plot yang sederhana antara nilai residual versus nilai estimasi frekuensi harapan sangat bermanfaat dalam mendeteksi apakah model telah sesuai dengan spesifikasi ataukah ada penyimpangan terhadap asumsi. Plot residual yang ideal adalah yang menggambarkan titik-titik yang menyebar di sekitar nol dengan penyimpangan tidak terlalu besar dari titik nol dan tidak memberikan suatu kecenderungan pola tertentu / berpola acak.

B. Penerapan Model Log Linear

Penerapan Model Log Linear pada tabel tak sempurna dengan menggunakan data jumlah penduduk Kabupaten Sleman tahun 2009 menurut umur, pendidikan dan jenis kelamin dari keluarga dengan tingkat ekonomi menengah. Pertama-tama diberikan nilai statistik cukup minimal dan persamaan *Likelihood* untuk masing-masing model. Analisis data

menggunakan program komputer yaitu *SPSS 16.0 for Windows* antara lain perhitungan nilai estimasi frekuensi harapan, statistik rasio *Likelihood* dan uji *goodness of fit*.

Berdasarkan dari data BPS Kabupaten Sleman diperoleh tabel yang memuat data 238.275 orang yang diklasifikasikan berdasarkan tiga kategori yaitu pendidikan, jenis kelamin dan umur sebagai berikut:

Tabel 6 Tabel Data Jumlah Penduduk

Umur (tahun)	Pendidikan tertinggi yang pernah diduduki	Jenis Kelamin	Jumlah
Anak-anak	SD	Laki-laki	38587
		Perempuan	34365
	SMP	Laki-laki	2797
		Perempuan	3298
	SMA	Laki-laki	0
		Perempuan	0
	PT	Laki-laki	0
		Perempuan	0
Muda	SD	Laki-laki	3006
		Perempuan	1503
	SMP	Laki-laki	20201
		Perempuan	18750
	SMA	Laki-laki	4801
		Perempuan	2002
	PT	Laki-laki	0
		Perempuan	0
	SD	Laki-laki	500
		Perempuan	882

Remaja	SMP	Laki-laki	1001
		Perempuan	2003
	SMA	Laki-laki	16404
		Perempuan	9188
	PT	Laki-laki	0
		Perempuan	2003
Dewasa	SD	Laki-laki	0
		Perempuan	0
	SMP	Laki-laki	0
		Perempuan	0
	SMA	Laki-laki	501
		Perempuan	0
	PT	Laki-laki	45461
		Perempuan	31022

Sumber: Susenas BPS Kabupaten Sleman Tahun 2008

Keterangan:

Kategori anak-anak umur 7-12 tahun

Kategori muda umur 13-15 tahun

Kategori remaja umur 16-18 tahun

Kategori dewasa umur 19-24 tahun

Berdasarkan tabel 6 diatas, nampak bahwa ada 12 sel kosong. Hal ini dikarenakan tidak adanya penduduk yang berada pada kategori tersebut.

1. Statistik cukup minimal dan persamaan *Likelihood*

a. Statistik cukup minimal

Seperti telah diterangkan pada bab sebelumnya, statistik cukup minimal untuk model-model Log Linear adalah merupakan koefisien dari masing-masing variabelnya. Karena model yang berdistribusi *Poisson* merupakan keluarga eksponensial, maka statistik cukupnya adalah statistik cukup minimal.

Koefisien dari masing-masing parameternya diperoleh dari pengumpulan batas marjinal dari masing-masing variabelnya. Diperoleh statistik cukup minimal dari masing-masing model sebagai berikut: (lihat lampiran halaman 54)

Tabel 7 Tabel Statistik Cukup Minimal

No	Model Log Linear	Statistik Cukup Minimal
1	(A,B,C)	$\{n_{i++}, \{n_{+j+}, \{n_{++k}\}$ $=\{79047,50263,31981,76984\}$ $\{78843,48050,32896,78486\}$ $\{133259,105016\}$
2	(AB,C)	$\{n_{ij+}, \{n_{++k}\}$ $=\{72952,6095,0,0,4509,38951,6803,0,1382,3004,25592,$ $2003,0,0,501,76483\}$ $\{133259,105016\}$
3	(AC,B)	$\{n_{i+k}, \{n_{+j+}\}$ $=\{41384,37663,28008,22255,17905,14076,45962,31022\}$ $\{78843,48050,32896,78486\}$
4	(BC,A)	$\{n_{+jk}, \{n_{i++}\}$ $=\{42093,36750,23999,24051,21706,11190,45461,33025\}$ $\{79047,50263,31981,76984\}$
5	(AB,BC)	$\{n_{ij+}, \{n_{+jk}\}$ $=\{72952,6095,0,0,4509,38951,6803,0,1382,3004,25592,$ $2003,0,0,501,76483\}$ $\{42093,36750,23999,24051,21706,11190,45461,33025\}$
6	(AC,BC)	$\{n_{i+k}, \{n_{+jk}\}$ $=\{41384,37663,28008,22255,17905,14076,45962,31022\}$ $\{42093,36750,23999,24051,21706,11190,45461,33025\}$

7	(AB,AC)	$\{n_{ij+}\}, \{n_{i+k}\}$ $=\{72952,6095,0,0,4509,38951,6803,0,1382,3004,25592,2003,0,0,501,76483\}$ $\{41384,37663,28008,22255,17905,14076,45962,31022\}$
8	(AB,AC,BC)	$\{n_{ij+}\}, \{n_{i+k}\}, \{n_{+jk}\}$ $=\{72952,6095,0,0,4509,38951,6803,0,1382,3004,25592,2003,0,0,501,76483\}$ $\{41384,37663,28008,22255,17905,14076,45962,31022\}$ $\{42093,36750,23999,24051,21706,11190,45461,33025\}$
9	(ABC)	$\{n_{ijk}\}$ $=\{38587,34365,2797,3298,3006,1503,20201,18750,4801,2002,500,882,1001,2003,16404,9188,2003,501,45461,31022\}$

2. Estimasi Persamaan *Likelihood*

Estimasi persamaan *Likelihood* diperoleh dari fungsi densitas yang kemudian didiferensialkan.

Diperoleh hasil estimasi persamaan *Likelihood* sebagai berikut:

Tabel 8 Tabel Estimasi Persamaan Likelihood

$\hat{m}_{11+} = 72952$	$\hat{m}_{12+} = 6095$	$\hat{m}_{13+} = 0$	$\hat{m}_{14+} = 0$
$\hat{m}_{21+} = 4509$	$\hat{m}_{22+} = 38951$	$\hat{m}_{23+} = 6803$	$\hat{m}_{24+} = 0$
$\hat{m}_{31+} = 1382$	$\hat{m}_{32+} = 3004$	$\hat{m}_{33+} = 25592$	$\hat{m}_{34+} = 2003$
$\hat{m}_{41+} = 0$	$\hat{m}_{42+} = 0$	$\hat{m}_{43+} = 501$	$\hat{m}_{44+} = 76483$
$\hat{m}_{1+1} = 41384$	$\hat{m}_{1+2} = 37663$	$\hat{m}_{+11} = 42093$	$\hat{m}_{+12} = 36750$
$\hat{m}_{2+1} = 28008$	$\hat{m}_{2+2} = 22255$	$\hat{m}_{+21} = 23999$	$\hat{m}_{+22} = 24051$
$\hat{m}_{3+1} = 17905$	$\hat{m}_{3+2} = 14076$	$\hat{m}_{+31} = 21706$	$\hat{m}_{+32} = 11190$
$\hat{m}_{4+1} = 45962$	$\hat{m}_{4+2} = 31022$	$\hat{m}_{+41} = 45461$	$\hat{m}_{+42} = 33025$
$\hat{m}_{1++} = 79047$	$\hat{m}_{+1+} = 78843$	$\hat{m}_{++1} = 133259$	$\hat{m}_{+4+} = 78486$
$\hat{m}_{2++} = 50263$	$\hat{m}_{+2+} = 48050$	$\hat{m}_{++2} = 105016$	
$\hat{m}_{3++} = 31981$	$\hat{m}_{+3+} = 32896$	$\hat{m}_{4++} = 76984$	

3. Estimasi frekuensi harapan

Diperoleh nilai estimasi frekuensi harapan untuk masing-masing model sebagai berikut: (lihat lampiran 5 halaman 60-76)

Tabel 9 Tabel Estimasi frekuensi harapan

Umur (A)	Tingkat Pendidikan (B)	Jenis Kelamin (C)	Model (A,B,C)
Anak-anak (1)	SD (1)	Laki-laki (1)	27.880,619
		Perempuan (2)	21.184,852
	SMP (2)	Laki-laki	16.991,533
		Perempuan	12.910,870
	SMA (3)	Laki-laki	0,000
		Perempuan	0,000
	PT (4)	Laki-laki	0,000
		Perempuan	0,000
Muda (2)	SD	Laki-laki	11.977,680
		Perempuan	9.101,139
	SMP	Laki-laki	7.299,663
		Perempuan	5.546,589
	SMA	Laki-laki	9.265,442
		Perempuan	7.040,265
	PT	Laki-laki	0,000
		Perempuan	0,000
Remaja (3)	SD	Laki-laki	4.943,015
		Perempuan	3.755,909
	SMP	Laki-laki	3.012,466
		Perempuan	2.288,996
	SMA	Laki-laki	3.823,714
		Perempuan	2.905,416
	PT	Laki-laki	0,000
		Perempuan	0,000

		Perempuan	11.254,188
Dewasa (4)	SD	Laki-laki	0,000
		Perempuan	0,000
	SMP	Laki-laki	0,000
		Perempuan	0,000
	SMA	Laki-laki	9.862,452
		Perempuan	0,000
	PT	Laki-laki	38.202,426
		Perempuan	29.027,775

Lanjutan tabel 9

A	B	C	Model (AB,C)	Model (AC,B)	Model (BC,A)	Model (AB,BC)
1	1	1	41.077,828	25.624,357	26.221,506	38.947,891
		2	31.874,180	23.320,373	22.893,123	34.004,109
	2	1	3.431,974	15.616,483	14.949,985	3.044,202
		2	2.663,027	14.212,344	14.982,381	3.050,798
	3	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
	4	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
2	1	1	2.538,929	11.405,452	11.087,237	2.407,282
		2	1.970,072	9.062,707	9.679,899	2.101,718
	2	1	21.932,537	6.950,926	6.321,306	19.454,424
		2	17.018,467	5.523,166	6.334,999	19.496,576
	3	1	3.830,635	9.582,694	9.030,673	4.453,081
		2	2.972,366	7.614,356	7.808,878	2.349,917
	4	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000

3	1	1	778,177	7.291,294	4.805,612	737,827
		2	603,823	2.138,816	4.195,621	644,173
	2	1	1.691,493	4.443,599	2.739,883	1.500,375
		2	1.312,507	1.303,477	2.745,819	1.503,625
	3	1	14.410,349	6.126,042	3.914,221	16.751,910
		2	11.181,653	1.797,001	3.384,651	8.840,083
	4	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	2.002,961	8.875,612	10.195,189	2.002,538
4	1	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
	2	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
	3	1	501,008	7,775,908	8.756,946	501,010
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
	4	1	43.066,070	38,406,156	45.418,250	45.461,000
		2	33.416,941	31,204,230	22.808,803	31.022,461

Lanjutan tabel 9

A	B	C	Model (AC,BC)	Model (AB,AC)	Model (AB,AC,BC)	Model (ABC)
1	1	1	25.855,523	38,193,043	38,687,625	38.587,000
		2	22.841,016	34,758,957	34,264,730	34.365,000
	2	1	14.741,328	3,190,956	2,663,446	2.797,000
		2	14.948,279	2,904,044	3,429,886	3.298,000
	3	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
	4	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
2	1	1	9.905,238	2.512,546	2,749,811	3.006,000

		2	9.079,428	1.996,454	1.758,264	1.503,000
		1	5.647,396	21.704,627	20.185,053	20.201,000
	2	2	5.942,021	17,246,373	18.765,998	18.750,000
	3	1	12.006,679	3.790,829	5.083,775	4.801,000
		2	7.304,543	3.012,171	1721,625	2.002,000
	4	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
3	1	1	6.332,239	825,429	655,564	500,000
		2	4.829,239	556,682	727,008	882,000
	2	1	3.610,276	1.794,203	1.150,499	1.001,000
		2	3.160,699	1.210,039	1.855,114	2.003,000
	3	1	7.675,650	15.285,368	16.120,578	16.404,000
		2	3.885,457	10.308,693	9.468,375	9.188,000
	4	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	2.222,233	2.000,585	2.006,970	2.003,00
4	1	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
	2	1	0,000	0,000	0,000	0,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
	3	1	2.023,672	501,002	501,646	501,000
		2	0,000	0,000	0,000	0,000
	4	1	45.461,000	45.461,000	45.461,000	45.461,000
		2	30.802,766	31.022,000	31.018,031	31.022,000

4. Uji Goodness of fit

Dari hasil analisis data diperoleh nilai statistik rasio *Likelihood* (G^2), derajat bebas (*db*) dan statistik *Pearson* (χ^2) untuk masing-masing model sebagai berikut:

Tabel 10 Tabel Statistik Rasio *Likelihood* dan *Pearson*

No	Model Log Linier	Db	G^2	χ^2
1	(A,B,C)	12	172.348,027	184.932,041
2	(AB,C)	3	3.526,864	3.495,529
3	(AC,B)	9	165.572,282	177.815,114
4	(BC,A)	9	167.892,048	179.380,963
5	(AB,BC)	0	1.037,319	1.020,118
6	(AC,BC)	6	137.159,280	144.494,399
7	(AB,AC)	0	2.570,222	2.565,136
8	(AB,AC,BC)	0	250,173	249,134
9	(ABC)	0	0,000	0,000

5. Pemilihan model

Dari kesembilan model yang terlihat pada Tabel 10, apabila ada dua model atau lebih yang mempunyai derajat bebas sama, dipilih satu saja yang mempunyai nilai statistik rasio *Likelihood* yang paling kecil, sehingga model-model yang memenuhi adalah sebagai berikut:

Tabel 11 Tabel Pemilihan model

Model	G^2	Db
(A,B,C)	207.288,226	12
(BC,A)	206.139,520	9
(AC,BC)	205.759,693	6
(AB,C)	3.216,089	3
(ABC)	0	0

6. Partisi *chi square* untuk membandingkan model

Dalam pembahasan ini akan dibandingkan model-model bersarang dengan selisih rasio *Likelihood* dan derajat bebasnya sebagai berikut:

Tabel 12 Tabel Partisi *chi square*

No	Model	G^2	Selisih	Db	Selisih	Keterangan
1	(A,B,C)	207288,226	1148,706	12	3	
2	(BC,A)	206139,520	379,827	9	3	Model 2 lebih baik dari model 1
3	(AC,BC)	205759,693	202543,604	6	3	Model 3 lebih baik dari model 2
4	(AB,C)	3216,089	3216,089	3	3	Model 4 lebih baik dari model 3
5	(ABC)	0		0		

Dari beberapa model di atas, maka model terbaik yaitu model (AB,C).

Model (AB,C) dipilih karena model tersebut mempunyai nilai G^2 paling kecil.

7. Analisis Residual

Model yang terbaik untuk data yaitu model dengan simbol (AB,C), sehingga dilakukan analisis lebih lanjut yaitu analisis residual. Tujuan dari analisis residual adalah untuk mengukur sisa variabilitas data pengamatan. Residual adalah frekuensi pengamatan dikurangi dengan frekuensi harapan. Residual yang diperoleh ditulis pada Tabel 13 sebagai berikut:

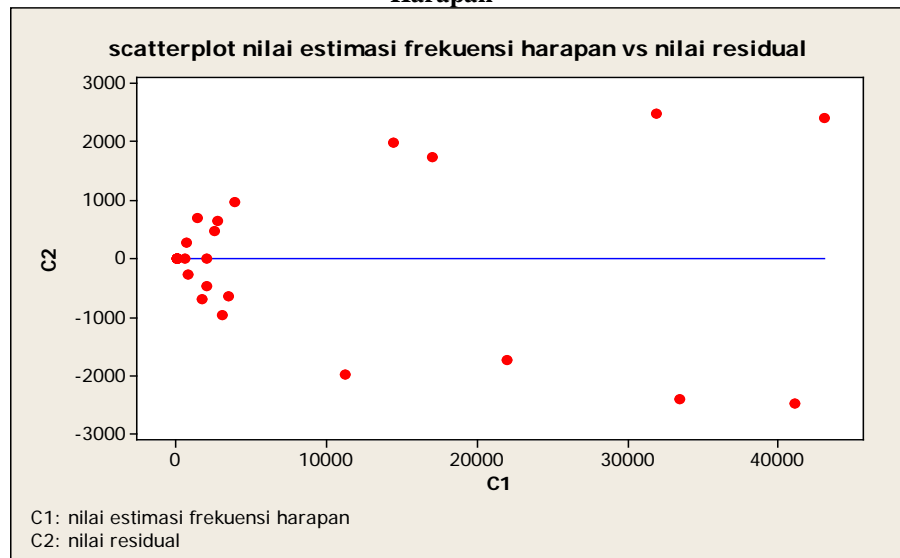
Tabel 13 Tabel Residual

Umur	Tingkat Pendidikan	Jenis Kelamin	n_{ijk}	\hat{m}_{ijk}	$\varepsilon = n_{ijk} - \hat{m}_{ijk}$
Anak-anak	SD	Laki-laki	38587	41077,828	-2490,828
		Perempuan	34365	31874,180	2490,820
	SMP	Laki-laki	2797	3431,974	-634,974
		Perempuan	3298	2663,027	634,973
	SMA	Laki-laki	0	,000	,000
		Perempuan	0	,000	,000
	PT	Laki-laki	0	,000	,000
		Perempuan	0	,000	,000
Muda	SD	Laki-laki	3006	2538,929	467,071
		Perempuan	1503	1970,072	-467,072
	SMP	Laki-laki	20201	21932,537	-1731,537
		Perempuan	18750	17018,467	1731,533
	SMA	Laki-laki	4801	3830,635	970,365
		Perempuan	2002	2972,366	-970,366
	PT	Laki-laki	0	,000	,000
		Perempuan	0	,000	,000
Remaja	SD	Laki-laki	500	778,177	-278,177
		Perempuan	882	603,823	278,177
	SMP	Laki-laki	1001	1691,493	-690,493
		Perempuan	2003	1312,507	690,493
	SMA	Laki-laki	16404	14410,349	1993,651
		Perempuan	9188	11181,653	-1993,653
	PT	Laki-laki	0	,000	,000
		Perempuan	2003	2002,961	,039
Dewasa	SD	Laki-laki	0	,000	,000
		Perempuan	0	,000	,000
	SMP	Laki-laki	0	,000	,000

		Perempuan	0	,000	,000
	SMA	Laki-laki	501	501,008	-,008
		Perempuan	0	,000	,000
	PT	Laki-laki	45461	43066,070	2394,930
		Perempuan	31022	33416,941	-2394,941

Tabel 13 merupakan tabel nilai residual dari masing-masing kategori disetiap variabel pada data dengan kasus jumlah penduduk Kabupaten Sleman. Residual yang diperoleh tidak ada yang sama. Nilai residual positif mempunyai arti bahwa frekuensi pengamatan lebih besar dari pada frekuensi harapan. Sebaliknya, jika frekuensi harapan lebih besar dari pada frekuensi pengamatan maka nilai residual negatif. Pada data dengan kasus jumlah penduduk Kabupaten Sleman menghasilkan nilai residual positif yang lebih banyak dari nilai residual negatif. Jika nilai residual di plotkan dengan nilai estimasi frekuensi harapan dengan menggunakan program minitab maka akan menghasilkan Gambar 1 di bawah ini:

Gambar 1 Scatterplot Nilai Residual Berdasarkan Nilai Estimasi Frekuensi Harapan



Berdasarkan Gambar 1 diatas menunjukkan bahwa nilai residualnya relatif kecil (mendekati nilai nol), sehingga model dengan simbol (AB,C) adalah model terbaik untuk mewakili data dengan kasus jumlah penduduk Kabupaten Sleman. Jadi kesimpulan dari model terbaik yaitu bahwa faktor umur (A) berhubungan dengan faktor pendidikan (B).

Kesimpulan dari model terbaik mempunyai makna bahwa semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang maka semakin banyak pula umur orang tersebut.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai model Log Linear dan penerapannya untuk mengetahui model terbaik dan faktor-faktor yang saling berhubungan antara ketiga faktor yang diamati, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Langkah-langkah analisis model Log Linear:
 - a. Menghitung statistik cukup minimal dan estimasi persamaan *Likelihood*. Perhitungan statistik cukup minimal lebih mudah menggunakan tabel-tabel pinggir dari data sesuai model-model yang telah terbentuk. Begitu juga dengan perhitungan estimasi persamaan *Likelihood* diperoleh dari tabel-tabel pinggir data.
 - b. Menghitung estimasi frekuensi harapan.
 - c. Melakukan uji *goodness of fit* dengan menghitung statistik rasio *Likelihood* (G^2) dan statistik *Pearson* (χ^2).
 - d. Memilih model yang memenuhi. Dalam memilih model yang memenuhi dipilih menurut rasio *likelihood* (G^2) dan derajat bebasnya. Urutan pertama dipilih model yang mempunyai rasio *Likelihood* paling besar dan derajat bebasnya juga yang paling besar. Langkah selanjutnya analog dengan langkah sebelumnya. Apabila ada dua model atau lebih yang mempunyai derajat sama,

maka dipilih salah satu saja yaitu model yang mempunyai rasio *Likelihood* (G^2) paling kecil.

- e. Membandingkan model dengan partisi *chi square*. Rasio *Likelihood* (G^2) model pertama dengan kedua dikurangi, begitu seterusnya sampai model terakhir. Derajat bebas model pertama dan kedua juga dikurangi, begitu seterusnya sampai model terakhir. Pemilihan model terbaik yaitu model yang mempunyai rasio *Likelihood* relatif kecil diantara beberapa model yang memenuhi.
- f. Langkah terakhir yaitu analisis residual dari model terbaik. Analisis residual yaitu perhitungan frekuensi harapan dikurangi dengan estimasi frekuensi harapan.

2. Penerapan model Log Linear dalam skripsi ini adalah menganalisis faktor-faktor yang saling berhubungan antara ketiga faktor yang diamati.

Pada penerapan model Log Linear ini, faktor umur dianggap variabel A, pendidikan dianggap variabel B dan jenis kelamin dianggap variabel C. Model Log Linear digunakan karena variabel-variabel yang dianalisis merupakan variabel kategorik. Hasil analisis data menggunakan data jumlah penduduk Kabupaten Sleman tahun 2008 bahwa model yang terpilih yaitu model (AB,C), model Log Linearnya yaitu $\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB}$. Hal ini berarti yang faktor umur (A) dan faktor pendidikan (B) saling berhubungan.

B. Saran

Dalam penulisan skripsi ini, penulis hanya melakukan analisis model Log Linear dalam tabel kontingensi tak sempurna berdimensi tiga. Hal tersebut disebabkan karena keterbatasan pengetahuan penulis. Bagi pembaca yang berminat dengan permasalahan yang sama, penulis menyarankan untuk:

1. Membahas mengenai model Log Linear untuk tabel kontingensi tak sempurna dengan dimensi yang lebih tinggi.
2. Membahas mengenai model Log Linear secara detail lagi serta penerapannya di berbagai bidang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Dodiet. 2009. *Variabel Penelitian dan Definisi Operasional*.
<<http://adityasetyawan.files.wordpress.com/2009/01/variable-penelitian-dan-definisi-operasional-variable2.pdf>>. Diakses 2 September 2010.
- Agresti, Alan. 1990. *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Agung, I Gusti Ngurah. 2001. *Statistika: Analisis Hubungan Kausal Berdasarkan Data Kategorik*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- _____. 2004. *Statistika: Penerapan Metode Analisis untuk Tabulasi Sempurna & Tak Sempurna dengan SPSS*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Akhmad, Fauzy. 2008. *Statistik Industri*. Jakarta: Erlangga.
- Bain, L.J & Engelhardt, E. 1992. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics*. California: Duxbury Press.
- Bishop, Y., Fienberg, S.E. & Holland, P.W. 2007. *Discrete Multivariate Analysis*. New York: The MIT Press.
- BPS. 2008. *Survei Sosial Ekonomi Nasional Kabupaten Sleman*. Yogyakarta: BPS Press.
- Hasan, Iqbal. 2002. *Pokok-pokok Materi Statistik 2 (Statistik Inferensif)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- _____. 2004. *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Simonoff, Jeffrey.S. 2003. *Analyzing Categorical Data*. New York: Springer.
- Soejoeti, Z.1990. *Statistik*. Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Stevens, James. 2002. *Applied Multivariate Statistics for The Social Sciences*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Suryanto. 1988. *Metode Statistika Multivariat*. Jakarta: Depdikbud.
- Wiley, John, and Sons. 1978. *The Analysis of Cross Tabulated Data*. New York: Graham J.G. Upton.

Lampiran 1

DATA JUMLAH PENDUDUK KABUPATEN SLEMAN TAHUN 2008 MENURUT UMUR, TINGKAT PENDIDIKAN DAN JENIS KELAMIN DARI KELUARGA DENGAN TINGKAT EKONOMI MENENGAH

Umur (tahun)	Tingkat pendidikan tertinggi yang pernah diduduki	Jenis Kelamin	
		Laki-laki	Perempuan
Anak-anak (7-12)	SD	38587	34365
	SMP	2797	3298
	SMA	0	0
	PT	0	0
Muda (13-15)	SD	3006	1503
	SMP	20201	18750
	SMA	4801	2002
	PT	0	0
Remaja (16-18)	SD	500	882
	SMP	1001	2003
	SMA	16404	9188
	PT	0	2003
Dewasa (19-24)	SD	0	0
	SMP	0	0
	SMA	501	0
	PT	45461	31022

Sumber: Susenas BPS Kabupaten Sleman Tahun 2008

Lampiran 2

Tabel-tabel pinggir dari data:

(A: Umur, B: Pendidikan, C: Jenis Kelamin, A: anak-anak, M: muda, R: remaja, T: tua, D: SD, P: SMP, A: SMA, T: PT, L: laki-laki, P: perempuan)

AB		B			
		D	P	A	T
A	A	72952 (\hat{m}_{11+})	6095 (\hat{m}_{12+})	0 (\hat{m}_{13+})	0 (\hat{m}_{14+})
	M	4509 (\hat{m}_{21+})	38951 (\hat{m}_{22+})	6803 (\hat{m}_{23+})	0 (\hat{m}_{24+})
	R	1382 (\hat{m}_{31+})	3004 (\hat{m}_{32+})	25592 (\hat{m}_{33+})	2003 (\hat{m}_{34+})
	T	0 (\hat{m}_{41+})	0 (\hat{m}_{42+})	501 (\hat{m}_{43+})	76483 (\hat{m}_{44+})

AC		C	
		L	P
A	A	41384 (\hat{m}_{1+1})	37663 (\hat{m}_{1+2})
	M	28008 (\hat{m}_{2+1})	22255 (\hat{m}_{2+2})
	R	17905 (\hat{m}_{3+1})	14076 (\hat{m}_{3+2})
	T	45962 (\hat{m}_{4+1})	31022 (\hat{m}_{4+2})

BC		C	
		L	P
B	D	42093 (\hat{m}_{+11})	36750 (\hat{m}_{+12})
	P	23999 (\hat{m}_{+21})	24051 (\hat{m}_{+22})
	A	21706 (\hat{m}_{+31})	11190 (\hat{m}_{+32})
	T	45461 (\hat{m}_{+41})	33025 (\hat{m}_{+42})

A	A	79047 (\hat{m}_{1++})
	M	50263 (\hat{m}_{2++})
	R	31981 (\hat{m}_{3++})
	T	76984 (\hat{m}_{4++})

B	D	78843 (\hat{m}_{+1+})
	P	48050 (\hat{m}_{+2+})
	A	32896 (\hat{m}_{+3+})
	T	78486 (\hat{m}_{+4+})

C	L	133259 (\hat{m}_{++1})
	P	105016 (\hat{m}_{++2})

Lampiran 3

Model-model Log Linear untuk tabel kontingensi 3 dimensi:

No	Simbol	Model Log Linear
1	(A, B, C)	$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C$
2	(AB, C)	$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB}$
3	(AC, B)	$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ik}^{AC}$
4	(BC, A)	$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{jk}^{BC}$
5	(AB, BC)	$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{jk}^{BC}$
6	(AC, BC)	$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC}$
7	(AB, AC)	$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC}$
8	(AB, AC, BC)	$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC}$
9	(ABC)	$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{ijk}^{ABC}$

Lampiran 4

Syntaks Program

4.1 Syntaks Program Pembentukan Tabel Kontingensi Tak Sempurna

```
*General Tables.
TABLES
/FORMAT BLANK MISSING('.')
/GBASE=CASES
/TABLE=A>B>C BY (STATISTICS)
/STATISTICS
count(C(F5.0)) /
TITLE 'Tabel Kontingensi Menurut UMUR, DIK dan JK'.
COMPUTE CW=1.
IF (A=1&B=3&C=1) CW=0.
IF (A=1&B=4&C=1) CW=0.
IF (A=1&B=3&C=2) CW=0.
IF (A=1&B=4&C=2) CW=0.
IF (A=2&B=4&C=1) CW=0.
IF (A=2&B=4&C=2) CW=0.
IF (A=3&B=4&C=1) CW=0.
IF (A=4&B=1&C=1) CW=0.
IF (A=4&B=2&C=1) CW=0.
IF (A=4&B=1&C=2) CW=0.
IF (A=4&B=2&C=2) CW=0.
IF (A=4&B=3&C=2) CW=0.
EXECUTE.
```

4.2 Syntaks Program untuk Model (A,B,C)

```
HILOGLINEAR
A(1,4) B(1,4) C(1,2)
/CWEIGHT=CW
/CRITERIA ITERATION(20) DELTA(.0)
/PRINT=FREQ RESID ASSOCIATION ESTIM
/DESIGN A,B,C.
```

4.3 Syntaks Program untuk Model (AB,C)

```
HILOGLINEAR
A(1,4) B(1,4) C(1,2)
/CWEIGHT=CW
/CRITERIA ITERATION(20) DELTA(.0)
/PRINT=FREQ RESID ASSOCIATION ESTIM
/DESIGN A*B,C.
```

4.4 Syntaks Program untuk Model (AC,B)

```
HILOGLINEAR
A(1,4) B(1,4) C(1,2)
/CWEIGHT=CW
/CRITERIA ITERATION(20) DELTA(.0)
/PRINT=FREQ RESID ASSOCIATION ESTIM
/DESIGN A*C,B.
```

4.5 Syntaks Program untuk Model (BC,A)

```
HILOGLINEAR
A(1,4) B(1,4) C(1,2)
/CWEIGHT=CW
/CRITERIA ITERATION(20) DELTA(.0)
/PRINT=FREQ RESID ASSOCIATION ESTIM
/DESIGN B*C,A.
```

4.6 Syntaks Program untuk Model (AB,BC)

```
HILOGLINEAR
A(1,4) B(1,4) C(1,2)
/CWEIGHT=CW
/CRITERIA ITERATION(20) DELTA(.0)
/PRINT=FREQ RESID ASSOCIATION ESTIM
/DESIGN A*B,B*C.
```

4.7 Syntaks Program untuk Model (AC,BC)

```
HILOGLINEAR
A(1,4) B(1,4) C(1,2)
/CWEIGHT=CW
/CRITERIA ITERATION(20) DELTA(.0)
/PRINT=FREQ RESID ASSOCIATION ESTIM
/DESIGN A*C,B*C.
```

4.8 Syntaks Program untuk Model (AB,AC)

```
HILOGLINEAR  
A(1,4) B(1,4) C(1,2)  
/CWEIGHT=CW  
/CRITERIA ITERATION(20) DELTA(.0)  
/PRINT=FREQ RESID ASSOCIATION ESTIM  
/DESIGN A*B,A*C.
```

4.9 Syntaks Program untuk Model (AB,AC,BC)

```
HILOGLINEAR  
A(1,4) B(1,4) C(1,2)  
/CWEIGHT=CW  
/CRITERIA ITERATION(20) DELTA(.0)  
/PRINT=FREQ RESID ASSOCIATION ESTIM  
/DESIGN A*B,A*C,B*C.
```

4.10 Syntaks Program untuk Model (ABC)

```
HILOGLINEAR  
A(1,4) B(1,4) C(1,2)  
/CWEIGHT=CW  
/CRITERIA ITERATION(20) DELTA(.0)  
/PRINT=FREQ RESID ASSOCIATION ESTIM  
/DESIGN A*B*C.
```

Lampiran 5

Output Program

5.1 Output Program Pembentukan Tabel Kontingensi Tak Sempurna

Tabel Kontingensi Menurut UMUR, DIK dan JK			
			Count
anak-anak	SD	laki-laki	38587
		perempuan	34365
	SMP	laki-laki	2797
		perempuan	3298
muda	SD	laki-laki	3006
		perempuan	1503
	SMP	laki-laki	20201
		perempuan	18750
	SMA	laki-laki	4801
		perempuan	2002
remaja	SD	laki-laki	500
		perempuan	882
	SMP	laki-laki	1001
		perempuan	2003
	SMA	laki-laki	16404
		perempuan	9188
tua	PT	perempuan	2003
	SMA	laki-laki	501
	PT	laki-laki	45461
		perempuan	31022

5.2 Output Program untuk Model (A,B,C)

Data Information		
		N
Cases	Valid	32
	Out of Range ^a	0
	Missing	0
	Weighted Valid	238275
Categories	A	4
	B	4
	C	2

a. Cases rejected because of out of range factor values.

Convergence Information		
Generating Class	A, B, C	
Number of Iterations		20 ^a
Max. Difference between Observed and Fitted Marginals		138.484
Convergence Criterion		.250

a. The algorithm did not converge.

Cell Counts and Residuals

A	B	C	Observed		Expected		Residuals	Std. Residuals
			Count	%	Count	%		
anak-anak	SD	laki-laki	38587.000	16.2%	27880.619	11.7%	10706.381	64.120
		perempuan	34365.000	14.4%	21184.852	8.9%	13180.148	90.554
	SMP	laki-laki	2797.000	1.2%	16991.533	7.1%	-14194.533	-108.894
		perempuan	3298.000	1.4%	12910.870	5.4%	-9612.870	-84.601
	SMA	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
Muda	SD	laki-laki	3006.000	1.3%	11977.680	5.0%	-8971.680	-81.976
		perempuan	1503.000	.6%	9101.139	3.8%	-7598.139	-79.645
	SMP	laki-laki	20201.000	8.5%	7299.663	3.1%	12901.337	151.002
		perempuan	18750.000	7.9%	5546.589	2.3%	13203.411	177.285
	SMA	laki-laki	4801.000	2.0%	9265.442	3.9%	-4464.442	-46.380
		perempuan	2002.000	.8%	7040.265	3.0%	-5038.265	-60.046
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
Remaja	SD	laki-laki	500.000	.2%	4943.015	2.1%	-4443.015	-63.195
		perempuan	882.000	.4%	3755.909	1.6%	-2873.909	-46.894
	SMP	laki-laki	1001.000	.4%	3012.466	1.3%	-2011.466	-36.648
		perempuan	2003.000	.8%	2288.996	1.0%	-285.996	-5.978
	SMA	laki-laki	16404.000	6.9%	3823.714	1.6%	12580.286	203.445
		perempuan	9188.000	3.9%	2905.416	1.2%	6282.584	116.556
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	2003.000	.8%	11254.188	4.7%	-9251.188	-87.205
Tua	SD	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMP	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMA	laki-laki	501.000	.2%	9862.452	4.1%	-9361.452	-94.265
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	45461.000	19.1%	38202.426	16.0%	7258.574	37.137
		perempuan	31022.000	13.0%	29027.775	12.2%	1994.225	11.705

Goodness-of-Fit Tests

	Chi-Square	df	Sig.	Adjusted	
				df ^a	Sig.
Likelihood Ratio	172348.027	24	.000	12	.000
Pearson	184932.041	24	.000	12	.000

a. One degree of freedom is subtracted for each cell with an expected value of zero. The unadjusted df is an upper bound on the true df, while the adjusted df may be an underestimate.

5.3 Output Program untuk Model (AB,C)

Data Information		
		N
Cases	Valid	32
	Out of Range ^a	0
	Missing	0
	Weighted Valid	238275
Categories	A	4
	B	4
	C	2

a. Cases rejected because of out of range factor values.

Convergence Information	
Generating Class	A*B, C
Number of Iterations	4
Max. Difference between Observed and Fitted Marginals	.039
Convergence Criterion	.250

Cell Counts and Residuals

			Observed		Expected		Residuals	Std. Residuals
			Count	%	Count	%		
A	B	C						
anak-anak	SD	laki-laki	38587.000	16.2%	41077.828	17.2%	-2490.828	-12.290
		perempuan	34365.000	14.4%	31874.180	13.4%	2490.820	13.952
	SMP	laki-laki	2797.000	1.2%	3431.974	1.4%	-634.974	-10.839
		perempuan	3298.000	1.4%	2663.027	1.1%	634.973	12.305
	SMA	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
Muda	SD	laki-laki	3006.000	1.3%	2538.929	1.1%	467.071	9.270
		perempuan	1503.000	.6%	1970.072	.8%	-467.072	-10.523
	SMP	laki-laki	20201.000	8.5%	21932.537	9.2%	-1731.537	-11.692

		perempuan	18750.000	7.9%	17018.467	7.1%	1731.533	13.273
	SMA	laki-laki	4801.000	2.0%	3830.635	1.6%	970.365	15.678
		perempuan	2002.000	.8%	2972.366	1.2%	-970.366	-17.799
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
remaja	SD	laki-laki	500.000	.2%	778.177	.3%	-278.177	-9.972
		perempuan	882.000	.4%	603.823	.3%	278.177	11.321
	SMP	laki-laki	1001.000	.4%	1691.493	.7%	-690.493	-16.789
		perempuan	2003.000	.8%	1312.507	.6%	690.493	19.059
	SMA	laki-laki	16404.000	6.9%	14410.349	6.0%	1993.651	16.608
		perempuan	9188.000	3.9%	11181.653	4.7%	-1993.653	-18.854
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	2003.000	.8%	2002.961	.8%	.039	.001
tua	SD	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMP	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMA	laki-laki	501.000	.2%	501.008	.2%	-.008	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	45461.000	19.1%	43066.070	18.1%	2394.930	11.541
		perempuan	31022.000	13.0%	33416.941	14.0%	-2394.941	-13.101

Goodness-of-Fit Tests					
	Chi-Square	df	Sig.	Adjusted	
				df ^a	Sig.
Likelihood Ratio	3526.864	15	.000	3	.000
Pearson	3495.529	15	.000	3	.000

a. One degree of freedom is subtracted for each cell with an expected value of zero. The unadjusted df is an upper bound on the true df, while the adjusted df may be an underestimate.

5.4 Output Program untuk Model (AC,B)

Data Information		
		N
Cases	Valid	32
	Out of Range ^a	0
	Missing	0
	Weighted Valid	238275
Categories	A	4
	B	4
	C	2

a. Cases rejected because of out of range factor values.

Convergence Information		
Generating Class	A*C, B	
Number of Iterations		20 ^a
Max. Difference between Observed and Fitted Marginals		458.352
Convergence Criterion		.250

a. The algorithm did not converge.

Cell Counts and Residuals								
A	B	C	Observed		Expected		Residuals	Std. Residuals
			Count	%	Count	%		
anak-anak	SD	laki-laki	38587.000	16.2%	25624.357	10.8%	12962.643	80.978
		Perempuan	34365.000	14.4%	23320.373	9.8%	11044.627	72.324
	SMP	laki-laki	2797.000	1.2%	15616.483	6.6%	-12819.483	-102.584
		Perempuan	3298.000	1.4%	14212.344	6.0%	-10914.344	-91.551
	SMA	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000

muda	SD	laki-laki	3006.000	1.3%	11405.452	4.8%	-8399.452	-78.649
		Perempuan	1503.000	.6%	9062.707	3.8%	-7559.707	-79.410
	SMP	laki-laki	20201.000	8.5%	6950.926	2.9%	13250.074	158.927
		Perempuan	18750.000	7.9%	5523.166	2.3%	13226.834	177.976
	SMA	laki-laki	4801.000	2.0%	9582.694	4.0%	-4781.694	-48.847
		Perempuan	2002.000	.8%	7614.356	3.2%	-5612.356	-64.317
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
remaja	SD	laki-laki	500.000	.2%	7291.294	3.1%	-6791.294	-79.534
		Perempuan	882.000	.4%	2138.816	.9%	-1256.816	-27.176
	SMP	laki-laki	1001.000	.4%	4443.599	1.9%	-3442.599	-51.644
		Perempuan	2003.000	.8%	1303.477	.5%	699.523	19.375
	SMA	laki-laki	16404.000	6.9%	6126.042	2.6%	10277.958	131.316
		Perempuan	9188.000	3.9%	1797.001	.8%	7390.999	174.353
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	2003.000	.8%	8875.612	3.7%	-6872.612	-72.950
tua	SD	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMP	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMA	laki-laki	501.000	.2%	7775.908	3.3%	-7274.908	-82.500
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	45461.000	19.1%	38406.156	16.1%	7054.844	35.999
		Perempuan	31022.000	13.0%	31204.230	13.1%	-182.230	-1.032

Goodness-of-Fit Tests					
	Chi-Square	df	Sig.	Adjusted	
				df ^a	Sig.
Likelihood Ratio	165572.282	21	.000	9	.000
Pearson	177815.114	21	.000	9	.000

a. One degree of freedom is subtracted for each cell with an expected value of zero. The unadjusted df is an upper bound on the true df, while the adjusted df may be an underestimate.

5.5 Output Program untuk Model (BC,A)

Data Information		
		N
Cases	Valid	32
	Out of Range ^a	0
	Missing	0
	Weighted Valid	238275
Categories	A	4
	B	4
	C	2

a. Cases rejected because of out of range factor values.

Convergence Information		
Generating Class	B*C, A	
Number of Iterations		20 ^a
Max. Difference between Observed and Fitted Marginals		72.461
Convergence Criterion		.250

a. The algorithm did not converge.

Cell Counts and Residuals

A B C			Observed		Expected		Residuals	Std. Residuals
			Count	%	Count	%		
anak-anak	SD	laki-laki	38587.000	16.2%	26221.506	11.0%	12365.494	76.363
		Perempuan	34365.000	14.4%	22893.123	9.6%	11471.877	75.820
	SMP	laki-laki	2797.000	1.2%	14949.985	6.3%	-12152.985	-99.395
		Perempuan	3298.000	1.4%	14982.381	6.3%	-11684.381	-95.459
	SMA	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
muda	SD	laki-laki	3006.000	1.3%	11087.237	4.7%	-8081.237	-76.748
		Perempuan	1503.000	.6%	9679.899	4.1%	-8176.899	-83.110
	SMP	laki-laki	20201.000	8.5%	6321.306	2.7%	13879.694	174.573
		Perempuan	18750.000	7.9%	6334.999	2.7%	12415.001	155.982
	SMA	laki-laki	4801.000	2.0%	9030.673	3.8%	-4229.673	-44.509
		Perempuan	2002.000	.8%	7808.878	3.3%	-5806.878	-65.713
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000

		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
remaja	SD	laki-laki	500.000	.2%	4805.612	2.0%	-4305.612	-62.110
		Perempuan	882.000	.4%	4195.621	1.8%	-3313.621	-51.157
	SMP	laki-laki	1001.000	.4%	2739.883	1.1%	-1738.883	-33.220
		Perempuan	2003.000	.8%	2745.819	1.2%	-742.819	-14.176
	SMA	laki-laki	16404.000	6.9%	3914.221	1.6%	12489.779	199.633
		Perempuan	9188.000	3.9%	3384.651	1.4%	5803.349	99.752
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	2003.000	.8%	10195.189	4.3%	-8192.189	-81.134
tua	SD	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMP	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMA	laki-laki	501.000	.2%	8756.946	3.7%	-8255.946	-88.225
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	45461.000	19.1%	45418.250	19.1%	42.750	.201
		Perempuan	31022.000	13.0%	22808.803	9.6%	8213.197	54.383

Goodness-of-Fit Tests ^a					
	Chi-Square	df	Sig.	Adjusted	
				df ^a	Sig.
Likelihood Ratio	167892.048	21	.000	9	.000
Pearson	179380.963	21	.000	9	.000

a. One degree of freedom is subtracted for each cell with an expected value of zero. The unadjusted df is an upper bound on the true df, while the adjusted df may be an underestimate.

5.6 Output Program untuk Model (AB,BC)

Data Information		
		N
Cases	Valid	32
	Out of Range ^a	0
	Missing	0
	Weighted Valid	238275
Categories	A	4
	B	4
	C	2

a. Cases rejected because of out of range factor values.

Convergence Information		
Generating Class	A*B, B*C	
Number of Iterations		5
Max. Difference between Observed and Fitted Marginals		.017
Convergence Criterion		.250

Cell Counts and Residuals

A	B	C	Observed		Expected		Residuals	Std. Residuals
			Count	%	Count	%		
anak-anak	SD	laki-laki	38587.000	16.2%	38947.891	16.3%	-360.891	-1.829
		Perempuan	34365.000	14.4%	34004.109	14.3%	360.891	1.957
	SMP	laki-laki	2797.000	1.2%	3044.202	1.3%	-247.202	-4.480
		Perempuan	3298.000	1.4%	3050.798	1.3%	247.202	4.476
	SMA	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
muda	SD	laki-laki	3006.000	1.3%	2407.282	1.0%	598.718	12.203
		Perempuan	1503.000	.6%	2101.718	.9%	-598.718	-13.060
	SMP	laki-laki	20201.000	8.5%	19454.424	8.2%	746.576	5.353
		Perempuan	18750.000	7.9%	19496.576	8.2%	-746.576	-5.347
	SMA	laki-laki	4801.000	2.0%	4453.081	1.9%	347.919	5.214
		Perempuan	2002.000	.8%	2349.917	1.0%	-347.917	-7.177
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000

remaja	SD	laki-laki	500.000	.2%	737.827	.3%	-237.827	-8.756
		Perempuan	882.000	.4%	644.173	.3%	237.827	9.370
	SMP	laki-laki	1001.000	.4%	1500.375	.6%	-499.375	-12.892
		Perempuan	2003.000	.8%	1503.625	.6%	499.375	12.878
	SMA	laki-laki	16404.000	6.9%	16751.910	7.0%	-347.910	-2.688
		Perempuan	9188.000	3.9%	8840.083	3.7%	347.917	3.700
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	2003.000	.8%	2002.538	.8%	.462	.010
tua	SD	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMP	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		Perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMA	laki-laki	501.000	.2%	501.010	.2%	-.010	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	45461.000	19.1%	45461.000	19.1%	.000	.000
		Perempuan	31022.000	13.0%	31022.461	13.0%	-.461	-.003

Goodness-of-Fit Tests					
	Chi-Square	df	Sig.	Adjusted	
				df ^a	Sig.
Likelihood Ratio	1037.319	12	.000	0	.
Pearson	1020.118	12	.000	0	.

a. One degree of freedom is subtracted for each cell with an expected value of zero. The unadjusted df is an upper bound on the true df, while the adjusted df may be an underestimate.

5.7 Output Program untuk Model (AC,BC)

Data Information		
		N
Cases	Valid	32
	Out of Range ^a	0
	Missing	0
	Weighted Valid	238275
Categories	A	4
	B	4
	C	2

a. Cases rejected because of out of range factor values.

Convergence Information		
Generating Class	A*C, B*C	
Number of Iterations		20 ^a
Max. Difference between Observed and Fitted Marginals		1619.656
Convergence Criterion		.250

a. The algorithm did not converge.

Cell Counts and Residuals

			Observed		Expected		Residuals	Std. Residuals
			Count	%	Count	%		
anak-anak	SD	laki-laki	38587.000	16.2%	25855.523	10.9%	12731.477	79.178
		perempuan	34365.000	14.4%	22841.016	9.6%	11523.984	76.251
	SMP	laki-laki	2797.000	1.2%	14741.328	6.2%	-11944.328	-98.377
		perempuan	3298.000	1.4%	14948.279	6.3%	-11650.279	-95.289
	SMA	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
muda	SD	laki-laki	3006.000	1.3%	9905.238	4.2%	-6899.238	-69.322
		perempuan	1503.000	.6%	9079.428	3.8%	-7576.428	-79.512
	SMP	laki-laki	20201.000	8.5%	5647.396	2.4%	14553.604	193.663

		perempuan	18750.000	7.9%	5942.021	2.5%	12807.979	166.155
	SMA	laki-laki	4801.000	2.0%	12006.679	5.0%	-7205.679	-65.760
		perempuan	2002.000	.8%	7304.543	3.1%	-5302.543	-62.042
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
remaja	SD	laki-laki	500.000	.2%	6332.239	2.7%	-5832.239	-73.292
		perempuan	882.000	.4%	4829.558	2.0%	-3947.558	-56.803
	SMP	laki-laki	1001.000	.4%	3610.276	1.5%	-2609.276	-43.426
		perempuan	2003.000	.8%	3160.699	1.3%	-1157.699	-20.592
	SMA	laki-laki	16404.000	6.9%	7675.650	3.2%	8728.350	99.626
		perempuan	9188.000	3.9%	3885.457	1.6%	5302.543	85.067
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	2003.000	.8%	2222.233	.9%	-219.233	-4.651
tua	SD	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMP	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMA	laki-laki	501.000	.2%	2023.672	.8%	-1522.672	-33.848
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	45461.000	19.1%	45461.000	19.1%	.000	.000
		perempuan	31022.000	13.0%	30802.766	12.9%	219.234	1.249

Goodness-of-Fit Tests					
	Chi-Square	df	Sig.	Adjusted	
				df ^a	Sig.
Likelihood Ratio	137159.280	18	.000	6	.000
Pearson	144494.399	18	.000	6	.000

a. One degree of freedom is subtracted for each cell with an expected value of zero. The unadjusted df is an upper bound on the true df, while the adjusted df may be an underestimate.

5.8 Ouput Program untuk Model (AB,AC)

Data Information		
		N
Cases	Valid	32
	Out of Range ^a	0
	Missing	0
	Weighted Valid	238275
Categories	A	4
	B	4
	C	2

a. Cases rejected because of out of range factor values.

Convergence Information	
Generating Class	A*B, A*C
Number of Iterations	3
Max. Difference between Observed and Fitted Marginals	28.473
Convergence Criterion	45.461

Cell Counts and Residuals								
A	B	C	Observed		Expected		Residuals	Std. Residuals
			Count	%	Count	%		
anak-anak	SD	laki-laki	38587.000	16.2%	38193.043	16.0%	393.957	2.016
		perempuan	34365.000	14.4%	34758.957	14.6%	-393.957	-2.113
	SMP	laki-laki	2797.000	1.2%	3190.956	1.3%	-393.956	-6.974
		perempuan	3298.000	1.4%	2904.044	1.2%	393.956	7.310
	SMA	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
muda	SD	laki-laki	3006.000	1.3%	2512.546	1.1%	493.454	9.844

		perempuan	1503.000	.6%	1996.454	.8%	-493.454	-11.044
	SMP	laki-laki	20201.000	8.5%	21704.627	9.1%	-1503.627	-10.206
		perempuan	18750.000	7.9%	17246.373	7.2%	1503.627	11.450
	SMA	laki-laki	4801.000	2.0%	3790.829	1.6%	1010.171	16.407
		perempuan	2002.000	.8%	3012.171	1.3%	-1010.171	-18.406
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
remaja	SD	laki-laki	500.000	.2%	825.429	.3%	-325.429	-11.327
		perempuan	882.000	.4%	556.682	.2%	325.318	13.788
	SMP	laki-laki	1001.000	.4%	1794.203	.8%	-793.203	-18.726
		perempuan	2003.000	.8%	1210.039	.5%	792.961	22.796
	SMA	laki-laki	16404.000	6.9%	15285.368	6.4%	1118.632	9.048
		perempuan	9188.000	3.9%	10308.693	4.3%	-1120.693	-11.038
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	2003.000	.8%	2000.585	.8%	2.415	.054
tua	SD	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMP	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMA	laki-laki	501.000	.2%	501.002	.2%	-.002	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	45461.000	19.1%	45461.000	19.1%	.000	.000
		perempuan	31022.000	13.0%	31022.000	13.0%	.000	.000

Goodness-of-Fit Tests					
	Chi-Square	df	Sig.	Adjusted	
				df ^a	Sig.
Likelihood Ratio	2570.222	12	.000	0	.
Pearson	2565.136	12	.000	0	.

a. One degree of freedom is subtracted for each cell with an expected value of zero. The unadjusted df is an upper bound on the true df, while the adjusted df may be an underestimate.

5.9 Output Program untuk Model (AB,AC,BC)

Data Information		
		N
Cases	Valid	32
	Out of Range ^a	0
	Missing	0
	Weighted Valid	238275
Categories	A	4
	B	4
	C	2

a. Cases rejected because of out of range factor values.

Convergence Information		
Generating Class	A*B, A*C, B*C	
Number of Iterations		12
Max. Difference between Observed and Fitted Marginals		41.441
Convergence Criterion		45.461

Cell Counts and Residuals

A B C			Observed		Expected		Residuals	Std. Residuals
			Count	%	Count	%		
anak-anak	SD	laki-laki	38587.000	16.2%	38687.625	16.2%	-100.625	-.512
		perempuan	34365.000	14.4%	34264.730	14.4%	100.270	.542
	SMP	laki-laki	2797.000	1.2%	2663.446	1.1%	133.554	2.588
		perempuan	3298.000	1.4%	3429.886	1.4%	-131.886	-2.252
	SMA	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
muda	SD	laki-laki	3006.000	1.3%	2749.811	1.2%	256.189	4.886
		perempuan	1503.000	.6%	1758.264	.7%	-255.264	-6.088
	SMP	laki-laki	20201.000	8.5%	20185.053	8.5%	15.947	.112
		perempuan	18750.000	7.9%	18765.998	7.9%	-15.998	-.117
	SMA	laki-laki	4801.000	2.0%	5083.775	2.1%	-282.775	-3.966
		perempuan	2002.000	.8%	1721.625	.7%	280.375	6.757
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000

		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
remaja	SD	laki-laki	500.000	.2%	655.564	.3%	-155.564	-6.076
		perempuan	882.000	.4%	727.008	.3%	154.992	5.748
	SMP	laki-laki	1001.000	.4%	1150.499	.5%	-149.499	-4.408
		perempuan	2003.000	.8%	1855.114	.8%	147.886	3.434
	SMA	laki-laki	16404.000	6.9%	16120.578	6.8%	283.422	2.232
		perempuan	9188.000	3.9%	9468.375	4.0%	-280.375	-2.881
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	2003.000	.8%	2006.970	.8%	-3.970	-.089
tua	SD	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMP	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMA	laki-laki	501.000	.2%	501.646	.2%	-.646	-.029
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	45461.000	19.1%	45461.000	19.1%	.000	.000
		perempuan	31022.000	13.0%	31018.031	13.0%	3.969	.023

Goodness-of-Fit Tests					
	Chi-Square	df	Sig.	Adjusted	
				df ^a	Sig.
Likelihood Ratio	250.173	9	.000	0	.
Pearson	249.134	9	.000	0	.

a. One degree of freedom is subtracted for each cell with an expected value of zero. The unadjusted df is an upper bound on the true df, while the adjusted df may be an underestimate.

5.10 Output Program untuk Model (ABC)

Data Information		
		N
Cases	Valid	32
	Out of Range ^a	0
	Missing	0
	Weighted Valid	238275
Categories	A	4
	B	4
	C	2

a. Cases rejected because of out of range factor values.

Convergence Information		
Generating Class	A*B*C	
Number of Iterations		1
Max. Difference between Observed and Fitted Marginals		.000
Convergence Criterion		45.461

Cell Counts and Residuals

A B C			Observed		Expected		Residuals	Std. Residuals
			Count ^a	%	Count	%		
anak-anak	SD	laki-laki	38587.000	16.2%	38587.000	16.2%	.000	.000
		perempuan	34365.000	14.4%	34365.000	14.4%	.000	.000
	SMP	laki-laki	2797.000	1.2%	2797.000	1.2%	.000	.000
		perempuan	3298.000	1.4%	3298.000	1.4%	.000	.000
	SMA	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
Muda	SD	laki-laki	3006.000	1.3%	3006.000	1.3%	.000	.000
		perempuan	1503.000	.6%	1503.000	.6%	.000	.000
	SMP	laki-laki	20201.000	8.5%	20201.000	8.5%	.000	.000
		perempuan	18750.000	7.9%	18750.000	7.9%	.000	.000

	SMA	laki-laki	4801.000	2.0%	4801.000	2.0%	.000	.000
		perempuan	2002.000	.8%	2002.000	.8%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
Remaja	SD	laki-laki	500.000	.2%	500.000	.2%	.000	.000
		perempuan	882.000	.4%	882.000	.4%	.000	.000
	SMP	laki-laki	1001.000	.4%	1001.000	.4%	.000	.000
		perempuan	2003.000	.8%	2003.000	.8%	.000	.000
	SMA	laki-laki	16404.000	6.9%	16404.000	6.9%	.000	.000
		perempuan	9188.000	3.9%	9188.000	3.9%	.000	.000
	PT	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	2003.000	.8%	2003.000	.8%	.000	.000
Tua	SD	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMP	laki-laki	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	SMA	laki-laki	501.000	.2%	501.000	.2%	.000	.000
		perempuan	.000	.0%	.000	.0%	.000	.000
	PT	laki-laki	45461.000	19.1%	45461.000	19.1%	.000	.000
		perempuan	31022.000	13.0%	31022.000	13.0%	.000	.000

a. For saturated models, .000 has been added to all observed cells.

Goodness-of-Fit Tests			
	Chi-Square	df	Sig.
Likelihood Ratio	.000	0	.
Pearson	.000	0	.

K-Way and Higher-Order Effects							
	K	df	Likelihood Ratio		Pearson		Number of Iterations
			Chi-Square	Sig.	Chi-Square	Sig.	
K-way and Higher Order Effects ^a	1	31	535549.405	.000	685630.621	.000	0
	2	24	477060.744	.000	514596.663	.000	2
	3	9	1376.519	.000	927.938	.000	20
K-way Effects ^b	1	7	58488.662	.000	171033.957	.000	0
	2	15	475684.224	.000	513668.726	.000	0
	3	9	1376.519	.000	927.938	.000	0

df used for these tests have NOT been adjusted for structural or sampling zeros. Tests using these df may be conservative.

a. Tests that k-way and higher order effects are zero.

b. Tests that k-way effects are zero.

Partial Associations				
Effect	df	Partial Chi-Square	Sig.	Number of Iterations
A*B	9	472420.163	.000	2
A*C	3	3621.657	.000	2
B*C	3	5171.777	.000	2
A	3	27355.018	.000	2
B	3	27778.067	.000	2
C	1	3355.554	.000	2

Lampiran 6

Tabel *chi square* / χ^2

Df	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	---	---	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
50	27.991	29.707	32.357	34.764	37.689	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60	35.534	37.485	40.482	43.188	46.459	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
70	43.275	45.442	48.758	51.739	55.329	85.527	90.531	95.023	100.425	104.215
80	51.172	53.540	57.153	60.391	64.278	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.196	61.754	65.647	69.126	73.291	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.328	70.065	74.222	77.929	82.358	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169